



**TUGAS AKHIR - TM 141585**

**PENERAPAN METODE RCM PADA PERAWATAN  
HARD CAPSULE MACHINE A DI PT.  
KAPSULINDO NUSANTARA**

Abyan Dzaki Kurniawan  
NRP. 2111100186

Dosen Pembimbing:  
Ir. Sudijono Kromodihardjo, MSc.PhD.

JURUSAN TEKNIK MESIN  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2016



**FINAL PROJECT - TM 141585**

# **RCM APPLICATION METHOD ON HARD CAPSULE MACHINE A IN PT. KAPSULINDO NUSANTARA**

**Abyan Dzaki Kurniawan**  
**NRP. 2111100186**

**Dosen Pembimbing:**  
**Ir. Sudijono Kromodihardjo, MSc.PhD.**

**MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**Faculty of Industrial Technology**  
**Sepuluh Nopember Institute of Technology**  
**Surabaya**  
**2016**

**PENERAPAN METODE RCM PADA PERAWATAN  
HARD CAPSULE MACHINE A DI PT KAPSULINDO  
NUSANTARA**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Oleh :**

**ABYAN DZAKI KURNIAWAN**

**Nrp. 2111 100 186**

**Disetujui oleh Pembimbing dan Penguji Tugas Akhir :**

1. Ir. Sudijono Kromodihardjo, MSc.PhD..... (Pembimbing)  
(NIP. 195208011978031005)
2. Ir. Witantyo, M.Eng.Sc..... (Penguji I)  
(NIP. 196303141988031002)
3. Dinny Harnany, ST., M.Sc..... (Penguji II)  
(NIP.2100201405001)
4. Ari Kurniawan, ST., MT..... (Penguji III)  
(NIP.198604012015041001)

**SURABAYA  
JULI,2016**

# **PENERAPAN METODE RCM PADA PERAWATAN HARD CAPSULE MACHINE A DI PT. KAPSULINDO NUSANTARA**

**Nama Mahasiswa** : Abyan Dzaki Kurniawan  
**NRP** : 2111100186  
**Jurusan** : Teknik Mesin FTI-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Sudijono K., MSc.PhD.

## **Abstrak**

*PT. Kapsulindo Nusantara merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pembuatan kapsul dari gelatin. Kapsul yang diproduksi digunakan dalam bidang farmasi baik di dalam maupun di luar Negri. Mesin yang digunakan oleh perusahaan adalah hard capsule machine type R&J yang dirancang untuk memproduksi secara kontinu. Kegiatan perawatan mesin merupakan hal penting untuk menunjang kelancaran proses produksi. Unit kerja di PT. Kapsulindo Nusantara yang bertugas melakukan perawatan adalah Departemen Pemeliharaan Mesin. Data yang diperoleh dari Departemen Pemeliharaan Mesin menunjukkan terdapat beberapa komponen pada subsistem mesin yang sering mengalami kerusakan. Kerusakan pada subsistem tersebut mengakibatkan mesin berhenti memproduksi. Pada penelitian tugas akhir ini objek penelitian adalah hard capsule machine A karena memiliki frekuensi downtime tertinggi.*

*Untuk mengurangi downtime, kegiatan perawatan dievaluasi kembali menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM). Semua subsistem yang ada pada mesin, dipping, upper deck, rear elevator, lower deck, table, block automatic, dan greaser, akan dianalisa. Data historis kerusakan komponen yang ada pada setiap subsistem akan diteliti. Semua subsistem tersebut akan dianalisa penyebab dan efek dari kegagalan yang terjadi dengan menggunakan RCM Information*

*Worksheet. Efek dari kegagalan yang terjadi akan dianalisa konsekuensinya, setelah itu dengan menggunakan RCM Decision Diagram akan ditentukan sistem perawatan yang sesuai.*

*Berdasarkan analisis data terdapat 40 failure mode pada sistem hard capsule machine, 9 failure mode dapat dicegah dengan scheduled on condition task, 4 failure mode dapat dicegah dengan scheduled restoration task, 25 failure mode dapat dicegah dengan scheduled discard task, 1 failure mode dapat dicegah dengan no scheduled maintenance, dan 1 failure mode dapat dicegah dengan redesign. Keausan pada slide bar disebabkan karena defleksi yang terjadi pada pin bar. Keausan slide bar tergolong dalam kategori hidden failure consequences karena tidak dapat diketahui oleh operator dalam keadaan normal dan dapat menimbulkan multiple failure yaitu kapsul dapat tersobek dan pin bar jamed oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi terhadap desain slide bar.*

***Kata kunci: hard capsule machine, perawatan, RCM***

## **RCM APPLICATION METHOD ON HARD CAPSULE MACHINE A IN PT. KAPSULINDO NUSANTARA**

**Nama** : Abyan Dzaki Kurniawan  
**NRP** : 2111100186  
**Jurusan** : Mechanical Engineering FTI-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Sudijono K., MSc.PhD.

### **Abstract**

*PT. Kapsulindo Nusantara is company that moves in production of capsule from gelatin. The capsule was used incountry pharmacy and abroad. A R&J type hard capsule machine was use by the company to continously produce their capsule. Machine maintanance was important to support the continuity of their production , which was supervised by the Maintenance Machine Department. Data from the Maintenance Machine department shows failure in some component of the machine's subsystem which broke the continuity of their production. In this study the researcher reviewed Hard Capsule Machine A which has the highest downtime frequency.*

*To reduce downtime, the researcher evaluate the machine using Reliability Centered Maintenance (RCM). All data of the subsystem problems and effect in the machine, dipping, upper deck, rear elevator, lower deck, table, block automatic and greaser from the record will be analyzed using RCM Information Worksheet. After analyzing the problem RCM Decision Diagram will be use to detemine the maintenance that suit the problem.*

*Based on 40 failure mode data analyzed in hard capsule macine, 9 failure mode could be prevent using scheduled on condition task, 4 failure mode could be prevent using scheduled restoration task, 25 failure mode could be prevent using*

*scheduled discard task, 1 failure mode can be prevent using no scheduled maintenance and 1 failure mode can be prevent using redesign. Wear on the slide bar categorized as hiddden failure consequences because it cannot be known by the operator in normal condition and can lead to multiple failure, for instance the jamed pin bar and defect in the capsule . because of this further investigation needed to evalute the design of the slide bar.*

***Keyword: hard capsule machine, maintenance, RCM***

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah saya panjatkan kehadiran Allah SWT atas karunia-Nya sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini merupakan persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana teknik bidang studi Manufaktur jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis sangat menyadari bahwa keberhasilan penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Melalui kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dan mendukung baik secara moril maupun materiil, antara lain:

1. Eko Arinto dan Patricia Budiyantri, kedua orang tua tercinta yang senantiasa memberi dukungan dan doa sehingga penulis mampu menyelesaikan perkuliahan di Teknik Mesin.
2. Ir. Sudijono Kromodiharjo, MSc.PhD. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dan memberikan arahan yang bermanfaat dalam penulisan Tugas Akhir ini.
3. Ir. Witantyo, M.Eng.Sc, Dinny Harnany, ST., M.Sc dan Ari Kurniawan, ST, MT, selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan kritik yang bermanfaat dalam penulisan Tugas Akhir ini.
4. Ika Dewi Wijayanti, S.T., M.Sc. selaku dosen wali yang telah membimbing penulis selama lima tahun perkuliahan.
5. Seluruh dosen dan karyawan Teknik Mesin FTI-ITS yang telah banyak membantu selama perkuliahan.
6. Amelia Renna Rachmaddia dan Azkiya Hanna Rofifah Sebagai saudara tercinta yang selalu memberikan dukungan dan doa nya selama ini
7. Adila Taufik Syamlan, selaku sahabat terbaik yang sudah menemani dan memotivasi selama 7 tahun.



8. Semua pihak di PT.Kapsulindo Nusantara. yang telah membantu Penelitian Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.
9. Teman-teman M54 yang telah bersama-sama menjalani kehidupan di kampus merah dari maba hingga sekarang.
- 10.Seluruh warga Laboratorium Sistem Manufaktur.
- 11.Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu oleh penulis.

Tugas Akhir ini masih sangat jauh dari sempurna, kritik dan saran yang dapat menyempurnakan penyusunan Tugas Akhir sangat diperlukan. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Surabaya, Agustus 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b>   |      |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b>   |      |
| <b>ABSTRAK</b> .....   | i    |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | iii  |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....  | v    |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....  | vii  |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....   | xi   |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....  | xiii |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>   |      |
| 1.1    Latar Belakang .....  | 1    |
| 1.2    Rumusan Masalah .....   | 3    |
| 1.3    Tujuan Penelitian .....   | 3    |
| 1.4    Batasan Masalah .....   | 3    |
| 1.5    Manfaat Penelitian .....  | 3    |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b>   |      |
| 2.1    Tinjauan Pustaka .....  | 5    |
| 2.2    Perawatan (Maintenance) .....   | 6    |
| 2.2.1    Definisi Perawatan .....  | 6    |
| 2.2.2    Tujuan Perawatan .....  | 7    |
| 2.2.3    Jenis Perawatan .....   | 7    |
| 2.3 <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) .....                                      | 8    |
| 2.3.1    Tujuan <i>Reliability Centered Maintenance</i> ....                                 | 9    |
| 2.3.2    Langkah – langkah Penerapan Metode<br><i>Reliability Centered Maintenance</i> ..... | 9    |

|   |    |
|---|----|
| 2.4 Analisis Penyebab dan Efek Kegagalan .....                            | 17 |
| 2.5 Analisis Maintenance Task .....                                       | 18 |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>                                      |    |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian .....   | 21 |
| 3.2 Metodologi Penelitian.....  | 22 |
| 3.2.1 Studi Literatur, Studi Lapangan dan Identifikasi Permasalahan ..... | 22 |
| 3.2.2 Perumusan Masalah .....   | 23 |
| 3.2.3 Pengumpulan Data.....   | 23 |
| 3.2.4 Metode Pemecahan Masalah.....                                       | 23 |
| 3.2.5 Pendefinisian Batas Sistem.....                                     | 24 |
| 3.2.6 Deskripsi Sistem dan Blok Diagram Fungsi                            | 24 |
| 3.2.7 RCM Information Worksheet .....                                     | 24 |
| 3.2.8 Failure Management Techniques .....                                 | 24 |
| 3.2.9 Perancangan Kegiatan Pemeliharaan .....                             | 24 |
| 3.2.10 Rekomendasi .....  | 25 |
| <b>BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS DATA</b>                           |    |
| 4.1 Sistem Pemeliharaan PT. Kapsulindo Nusantara .....                    | 27 |
| 4.2 Identifikasi Proses Produksi Kapsul.....                              | 28 |
| 4.3 Analisis Sistem Hard Capsule Machine .....                            | 31 |
| 4.4 Analisis Penyebab dan Efek Kegagalan .....                            | 40 |
| 4.6 Rekomendasi <i>Redesign</i> .....                                     | 57 |
| 4.6.1 Slide Bar .....   | 57 |
| 4.6.2 Redesign Slide Bar .....  | 59 |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>   |    |
| 5.1 Kesimpulan .....  | 63 |

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| 5.2 Saran .....             | 63        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b> | <b>65</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>        | <b>67</b> |
| <b>BIODATA PENULIS.....</b> | <b>XV</b> |

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## DAFTAR GAMBAR

|                     |   |    |
|---------------------|---|----|
| <b>Gambar 1.1</b>   | Grafik Frekuensi <i>Downtime</i> pada <i>Hard Capsule Machine</i> ..... | 2  |
| <b>Gambar 3. 1</b>  | Diagram Alir Penelitian .....   | 22 |
| <b>Gambar 4. 1</b>  | Jadwal <i>Preventive Maintenance</i> HCM .....                          | 28 |
| <b>Gambar 4. 2</b>  | Alur Proses Produksi Kapsul.....  | 29 |
| <b>Gambar4.3</b>    | <i>Hard Capsule Machine</i> PT Kapsulindo Nusantara .....               | 32 |
| <b>Gambar 4. 4</b>  | Subsistem <i>Hard Capsule Machine</i> .....                             | 32 |
| <b>Gambar 4. 5</b>  | <i>Dipping Subsystem</i> .....  | 33 |
| <b>Gambar 4. 6</b>  | <i>Upper Deck Subsystem</i> .....                                       | 34 |
| <b>Gambar 4. 7</b>  | <i>Rear Elevator Subsystem</i> .....                                    | 35 |
| <b>Gambar 4. 8</b>  | <i>Lower Deck Subsystem</i> .....                                       | 35 |
| <b>Gambar 4. 9</b>  | <i>Table Subsystem</i> .....  | 36 |
| <b>Gambar 4. 10</b> | <i>Block Automatic Subsystem</i> .....                                  | 37 |
| <b>Gambar 4. 11</b> | <i>Greaser Subsytem</i> .....   | 38 |
| <b>Gambar 4. 12</b> | FBD Sistem <i>Hard Capsule Machine</i> .....                            | 39 |
| <b>Gambar 4. 13</b> | <i>Slide Bar</i> dan <i>Pin Bar</i> .....                               | 57 |
| <b>Gambar 4. 14</b> | Proses Stripping .....  | 58 |
| <b>Gambar 4. 15</b> | Keausan Pada <i>Slide Bar</i> .....                                     | 58 |
| <b>Gambar 4. 16</b> | Desain <i>Slide Bar</i> Baru .....                                      | 60 |
| <b>Gambar 4. 17</b> | Desain <i>Slide Bar</i> Baru .....                                      | 61 |

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## DAFTAR TABEL

|                    |   |    |
|--------------------|---|----|
| <b>Tabel 2.1</b>   | <i>RCM Information Worksheet.....</i>                               | 18 |
| <b>Tabel 2.2</b>   | <i>Analisis RCM Decision Worksheet.....</i>                         | 18 |
| <b>Tabel 4.1</b>   | <i>RCM Information Worksheet Dipping<br/>Subsystem.....</i>         | 40 |
| <b>Tabel 4. 2</b>  | <i>RCM Information Worksheet Upper Deck<br/>Subsystem .....</i>     | 42 |
| <b>Tabel 4.3</b>   | <i>RCM Information Worksheet Rear Elevator<br/>Subsystem.....</i>   | 42 |
| <b>Tabel 4. 4</b>  | <i>RCM Information Worksheet Lower Deck<br/>Subsystem.....</i>      | 43 |
| <b>Tabel 4. 5</b>  | <i>RCM Information Worksheet Table<br/>Subsystem.....</i>           | 43 |
| <b>Tabel 4.6</b>   | <i>RCM Information Worksheet Block Automatic<br/>Subsystem.....</i> | 44 |
| <b>Tabel 4. 7</b>  | <i>RCM Information Worksheet Greaser<br/>Subsystem.....</i>         | 45 |
| <b>Tabel 4. 8</b>  | <i>RCM Decision Worksheet Dipping<br/>Subsystem... ..</i>           | 47 |
| <b>Tabel 4. 9</b>  | <i>RCM Decision Worksheet Upper Deck<br/>Subsystem.....</i>         | 49 |
| <b>Tabel 4. 10</b> | <i>RCM Decision Worksheet Rear Elevator<br/>Subsystem.....</i>      | 50 |
| <b>Tabel 4. 11</b> | <i>RCM Decision Worksheet Lower Deck<br/>Subsystem.....</i>         | 51 |
| <b>Tabel 4. 12</b> | <i>RCM Decision Worksheet Table Subsystem..</i>                     | 52 |
| <b>Tabel 4. 13</b> | <i>RCM Decision Worksheet Block Automatic<br/>Subsystem.....</i>    | 53 |
| <b>Tabel 4. 14</b> | <i>RCM Decision Worksheet Greaser<br/>Subsystem.....</i>            | 55 |



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

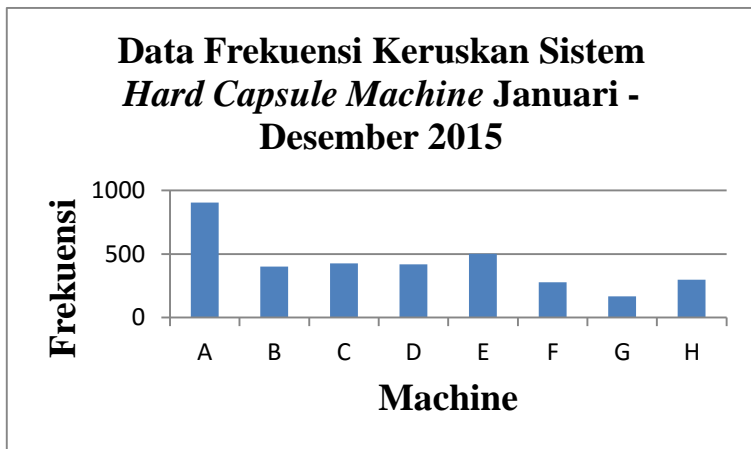
PT. Kapsulindo Nusantara merupakan perusahaan nasional Indonesia yang bergerak dalam bidang pembuatan kapsul dari gelatin. Perusahaan ini berdiri pada tanggal 17 mei 1982. PT Kapsulindo Nusantara memiliki 8 mesin yang mulai beroperasi sejak bulan januari 1985. Mesin yang digunakan oleh PT. Kapsulindo Nusantara adalah *hard capsule machine* type R&J buatan Kanada yang dirancang untuk memproduksi secara kontinu. Kapsul yang di produksi oleh PT. Kapsulindo Nusantara berbahan dasar gelatin yang di impor langsung dari India.

Proses produksi kapsul secara umum di bagi menjadi 4 tahapan utama yaitu, penyelupan, pengeringan, pemotongan, dan penggabungan. Sistem *hard capsule machine* bertugas untuk membuat kapsul mulai dari bahan dasar gelatin sampai menjadi kapsul yang utuh. Proses produksi kapsul sangat bergantung pada sistem *hard capsule machine* .Dalam sistem *hard capsule machine* terdapat bebrapa komponen yang menunjang sistem dapat berjalan dengan baik, apabila salah satu komponen mengalami masalah maka seluruh sistem akan berhenti. Apabila sistem berhenti maka proses produksi akan terhenti dan menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Menurut data dari perusahaan total kerugian akibat *downtime* pada tahun 2015 sebesar 12 Milyar.

Dalam Proses produksinya PT Kapsulindo Nusantara selalu melakukan aktifitas *maintenance* secara terjadwal ataupun tidak terjadwal dengan tujuan untuk memaksimalkan peforma mesin agar dapat beroperasi dengan optimal. Salah satu unit kerja di PT. Kapsulindo Nusantara yang bertugas melakukan *maintenance* adalah Departemen Pemeliharaan Mesin. Pada hakikatnya pemeliharaan sangat dibutuhkan untuk mengatasi berbagai masalah yang sering terjadi terutama pada mesin-mesin yang beroperasi secara kontinu. Dsengan adanya strategi pemeliharaan

yang baik maka akan meningkatkan keandalan dari komponen atau mesin yang dimiliki oleh perusahaan.

Menurut data dari PT. Kapsulindo nusantara pada awal tahun 2015 hingga akhir tahun 2015, mesin mengalami perawatan yang cukup banyak sehingga mengakibatkan terganggunya proses produksi. Data frekuensi *downtime hard capsule machine* pada periode Januari 2015 sampai dengan Desember 2015 dapat dilihat di grafik yang tertera pada gambar 1.1



**Gambar 1. 1** Grafik Frekuensi *Downtime* pada *Hard Capsule Machine*

Pada gambar 1.1, mesin yang memiliki frekuensi downtime terbanyak adalah mesin A dengan frekuensi downtime sebanyak 904 kali dalam setahun sehingga objek penelitian difokuskan pada mesin tersebut.

Permasalahan terkait tingginya frekuensi kerusakan yang terjadi pada komponen *hard capsule machine* dapat diselesaikan dengan membuat kegiatan pemeliharaan yang tepat. Penelitian ini akan merancang kegiatan pemeliharaan yang tepat dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Setiap subsistem yang menyusun sistem *hard capsule machine*

akan dianalisa penyebab dan efek kegagalanya. Dari hasil analisa tersebut akan di teliti konsekuensi dari kegagalan yang terjadi untuk kemudian ditentukan *maintenance task* yang tepat. *Maintenance task* yang tepat diharapkan dapat menurunkan *downtime* mesin.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka permasalahan dalam Tugas Akhir ini adalah bagaimana menentukan kegiatan perawatan yang tepat pada sistem *hard capsule machine* dengan menggunakan metode *Reliability Cenetered Maintenance* (RCM) untuk menurunkan *downtime* mesin ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Mengacu pada rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kegiatan perawatan terhadap komponen yang terdapat pada *hard capsule machine* dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

## 1.4 Batasan Masalah

Untuk menghindari luasnya permasalahan yang terjadi, maka dalam pengerjaan tugas akhir ini terdapat bebrapa batasan masalah sebagai berikut :

1. Data yang digunakan adalah historis kerusakan mesin pada 01 Januari 2015 sampai dengan 31 Desember 2015
2. Sistem yang diteliti adalah *hard capsule machine* A

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan saran kepada perusahaan dalam melakukan kegiatan perawatan yang tepat pada *hard capsule*

*machine* yang diharapkan dapat menurunkan *downtime* produksi.

2. Memberikan informasi kepada mahasiswa mengenai metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan implementasinya dalam dunia industri.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Perawatan merupakan hal yang penting dalam proses produksi. Aktivitas perawatan yang diterapkan kepada setiap komponen dapat berbeda-beda sesuai dengan karakteristik komponen yang tersedia. Jika suatu komponen diberikan perawatan yang tidak sesuai dengan karakteristiknya maka salah satu penyebabnya akan mengakibatkan mesin mengalami downtime dengan waktu yang panjang. Hal ini akan mengakibatkan proses produksi akan terhenti dan perusahaan mengalami kerugian. Penelitian-penelitian mengenai penentuan jenis perawatan komponen umumnya dilakukan untuk memperoleh nilai seminimum mungkin terkait dengan perawatan.

Salah satu penelitian mengenai jadwal pemeliharaan menggunakan RCM adalah Perancangan Penjadwalan Pemeliharaan Pada Mesin Produksi Bahan Bangunan Untuk Meningkatkan Keandalan Mesin Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM)[1]. Pada penelitian ini digunakan tabel FMEA untuk melihat penyebab dari kegagalan, kemudian digunakan data TBF (*Time between failure*) dan TTR (*Time to repair*) untuk melihat keandalan dari komponen. Untuk menentukan jadwal *preventive maintenance* yang efektif penelitian ini membandingkan biaya dari interval waktu *preventive maintenance* yang berbeda.

Penelitian yang menggunakan metode RCM adalah *Reliability Centered Maintenance Methodology for Goliath Crane of Transmission Tower* [2]. Pada penelitian ini digunakan RCM *Information Worksheet* untuk mengetahui fungsi, kegagalan fungsi, penyebab, dan efek kegagalan yang terjadi dari setiap subsistem. Data dari RCM *Information Worksheet* tersebut digunakan untuk menentukan jenis perawatan yang sesuai untuk setiap konsekuensi kegagalan yang terjadi menggunakan RCM *Decision Worksheet*.

Penelitian lain yang menggunakan metode RCM adalah *Reliability Centered Maintenance* pada Pompa [3]. Pada penelitian ini digunakan FMEA untuk menentukan penyebab dan efek dari kegagalan, penelitian ini juga menghitung RPN yang pada penentuan nilai *severity* menggunakan 3 parameter yaitu *economic*, *healt and safety*, dan *environment parameter*. Pada penelitian untuk menentukan tindakan pemeliharaan yang sesuai digunakan *Flowchart Decision Diagram* RCM II.

Pada tugas akhir ini *maintenance task* yang tepat ditentukan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* yang kemudian akan ditentukan cara mengatasi masalah yang terjadi pada *hard capsule machine*. Semua subsistem dalam *sistem hard capsule machine* akan dievaluasi untuk menentukan penyebab kegagalannya yang kemudian akan ditentukan *maintenance task* yang tepat pada komponen yang bermasalah. Tujuan penelitian tugas akhir ini diharapkan dapat menentukan *maintenance task* yang tepat pada komponen *hard capsule machine* sehingga aktifitas perawatan dapat berjalan dengan baik serta dapat mengurangi waktu *downtime* yang ada.

## **2.2 Perawatan (Maintenance) [4]**

Suatu komponen atau sistem yang bekerja terus menerus akan mengalami penurunan kinerja dan keandalan. Perawatan merupakan serangkaian aktifitas untuk memperbaiki, mengganti, dan memodifikasi suatu komponen atau sistem. Perawatan bertujuan untuk menjaga atau memperbaiki agar komponen tersebut dapat berfungsi seperti spesifikasi yang diinginkan dalam waktu dan kondisi tertentu.

### **2.2.1 Definisi Perawatan**

Perawatan menurut The American Management Association, Inc., adalah kegiatan rutin, pekerjaan berulang yang dilakukan untuk menjaga kondisi fasilitas produksi agar dapat dipergunakan sesuai dengan fungsi dan kinerja yang telah ditetapkan secara efektif. Perawatan juga didefinisikan sebagai

kombinasi dari berbagai aktifitas yang dilakukan untuk menjaga atau memperbaiki sampai pada kondisi yang dapat diterima. Di Indonesia, istilah pemeliharaan itu sendiri telah dimodifikasi oleh Kementerian Teknologi pada bulan april 1970, menjadi teroteknologi. Teroteknologi merupakan kombinasi dari manajemen, keuangan, perekayasaan dan aktifitas lain yang diterapkan pada aset fisik untuk mendapatkan biaya yang ekonomis.

Villemeur (1992) mendefinisikan perawatan sebagai keseluruhan kombinasi tindakan teknis maupun administratif yang bertujuan untuk memelihara, mengembalikan suatu peralatan dalam keadaan atau kondisi yang selalu dapat berfungsi. Sullivan mendefinisikan perawatan sebagai suatu keputusan atau kegiatan dalam mengontrol dan menjaga peralatan dan aset perusahaan.

### **2.2.2 Tujuan Perawatan**

Tujuan dilakukan tindakan perawatan adalah sebagai berikut :

1. Memperpanjang usia kegunaan aset (yaitu setiap komponen dari fasilitas produksi)
2. Menjamin ketersediaan optimum peralatan yang digunakan untuk produksi secara teknis dan ekonomis
3. Menjamin kesiapan operasional dari seluruh fasilitas yang diperlukan dalam kegiatan darurat setiap waktu, contoh; unit cadangan, unit pemadam kebakaran, dan tim penyelamat.
4. Menjamin keselamatan, keamanan dari pengguna yang berada dalam lingkungan proses produksi.

### **2.2.3 Jenis Perawatan**

Secara garis besar perawatan (*maintenance*) dapat di kategorikan kedalam dua jenis, yaitu :

1. *Preventive Maintenance*



## 2. *Corrective Maintenance*

### 2.2.3.1 *Preventive Maintenance*

*Preventive maintenance* merupakan aktifitas perawatan atau pemeliharaan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan-kerusakan yang tidak direncanakan. Perawatan ini dilakukan sebelum terjadinya kegagalan. *Preventive maintenance* digunakan pada komponen atau sistem yang termasuk dalam *critical unit* apabila konsekuensi dari kegagalan tersebut dapat membahayakan keselamatan dari pekerja dan mempengaruhi kualitas produk yang di hasilkan

### 2.2.3.2 *Corrective Maintenance*

*Corrective maintenance* merupakan kegiatan pemeliharaan atau perawatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan. Perawatan ini dilakukan karena terdapat kinerja sistem yang tidak sesuai dengan standar yang ada. *Corrective maintenance* bertujuan untuk mengembalikan performa dan standar kinerja dari suatu komponen atau sistem ke kondisi semula. Pada dasarnya suatu perusahaan harus memiliki strategi yang baik dalam melakukan kegiatan perawatan terhadap aset yang dimiliki. Strategi yang baik akan meningkatkan keandalan dari komponen atau mesin.

## 2.3 *Reliability Centered Maintenance (RCM) [5]*

*Reliability Centered Maintenance (RCM)* merupakan sebuah proses sistematis yang digunakan untuk menentukan jenis pemeliharaan yang dibutuhkan oleh setiap aset fisik dalam operasi yang dilakukan. RCM dapat diartikan juga sebagai proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa setiap aset fisik beroperasi dengan baik sesuai dengan desain dan fungsinya. Pada dasarnya RCM menjawab 7 pertanyaan utama terhadap sistem yang diteliti. Ketujuh pertanyaan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Apakah fungsi dari asset dan standar kinerja yang terkait dengan fungsi itu sesuai dengan konteks operasinya saat ini (*system function*)?
2. Bagaimana sistem tersebut gagal memenuhi fungsinya (*functional failure*)?
3. Apa penyebab dari setiap kegagalan fungsi tersebut (*failure modes*)?
4. Apakah yang terjadi pada saat penyebab kegagalan tersebut muncul (*failure effect*)?
5. Bagaimana kegagalan tersebut berpengaruh (*failure consequences*)?
6. Apa yang dapat dilakukan untuk memprediksi atau mencegah setiap kegagalan (*proactive task*)?
7. Apa yang harus dilakukan jika tidak ditemukan tindakan proaktif yang sesuai (*default action*)?

### **2.3.1 Tujuan *Reliability Centered Maintenance***

Tujuan dari RCM adalah sebagai berikut :

1. Untuk meningkatkan keamanan dan keselamatan lingkungan.
2. Memperoleh data dan informasi untuk melakukan pengembangan pada desain awal yang kurang baik.
3. Memperoleh biaya perawatan yang efektif.
4. Mengembangkan sistem perawatan yang dapat menambah umur komponen agar dapat terus digunakan dengan baik.

### **2.3.2 Langkah – langkah Penerapan Metode *Reliability Centered Maintenance* [6]**

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penerapan metode *Reliability Centered Maintenance* adalah :

1. Pemilihan Sistem Dan Pengumpulan Informasi (*System Selection And Information Collection*)

Ada beberapa kriteria yang harus diperhatikan dalam pemilihan sistem yang akan diteliti, antara lain:

- a. Sistem yang berkaitan dengan masalah keselamatan dan lingkungan.
- b. Sistem yang memiliki biaya *maintenance* yang tinggi
- c. Sistem yang memiliki kontribusi yang besar atas terjadinya *shutdown*

Adapun dokumen atau informasi yang diperlukan dalam analisis metode RCM ini, antara lain:

- a. Piping&Instrumentation Diagram (P&ID) adalah ilustrasi skematik dari hubungan fungsi antara instrumentasi, komponen peralatan dan sistem.
- b. Schematic atau block diagram adalah sebuah gambaran dari sistem, rangkaian atau program yang masing-masing fungsinya diwakili oleh gambar kotak berlabel dan hubungan diantaranya digambarkan dengan garis penghubung.
- c. *manual book* merupakan dokumen data dan informasi mengenai desain dan operasi tiap peralatan dan komponen.
- d. *Equipment history* merupakan kumpulan data kegagalan komponen dan peralatan dengan data *maintenance* yang pernah dilakukan.

## 2. Pendefinisian Batas Sistem (*System Boundary Definition*)

Dalam suatu fasilitas produksi atau pabrik jumlah sistem yang tersedia sangat banyak oleh karena itu perlu dilakukan definisi batas sistem. Hal ini dilakukan untuk menjelaskan batasan-batasan suatu sistem yang akan dianalisis dengan RCM sehingga semua fungsi dapat diketahui dengan jelas. Perumusan *system boundary definition* yang baik dan benar akan menjamin keakuratan proses analisis sistem.

### 3. Deskripsi Sistem dan Blok Diagram Fungsi (*System Description and Fuctional Block Diagram*)

Deskripsi sistem dan diagram blok merupakan representasi dari fungsi-fungsi utama sistem berupa blok-blok yang berisi fungsi-fungsi dari setiap subsistem yang menyusun sistem tersebut sehingga dibuat tahapan identifikasi detail dari sistem yang meliputi:

- a. Deskripsi sistem  
Uraian sistem yang menjelaskan cara kerja sistem serta penggunaan instrumen yang ada dalam sistem.
- b. *Fuctional Block Diagram*  
Interaksi antara satu blok diagram fungsi dengan blok diagram fungsi lainnya.
- c. Masukan dan keluaran sistem (*In&Out Interface*)  
Pengembangan fungsi subsistem memungkinkan kita untuk melengkapi dan mendokumentasikan fakta dari elemen-elemen yang melintasi batas sistem. Elemen-elemen melintasi sistem dapat berupa energi, panas, sinyal, fluida, dan sebagainya. Beberapa elemen berperan sebagai *input* dan beberapa elemen berperan sebagai *output* yang melintasi setiap subsistem.
- d. *System Work Breakdown System* (SWBS)  
SWBS digunakan untuk menggambarkan kelompok bagian-bagian peralatan yang menjalankan fungsi tertentu.

Setelah menentukan ketiga tahap tersebut, tahap berikutnya adalah menjawab ketujuh pertanyaan utama dalam metode RCM. Berikut adalah runtutan penjelasan dari ketujuh pertanyaan tersebut<sup>[5]</sup>.

### 1. Fungsi dan Standar Kinerja (*Functions and Performance Standards*)

*System function* didefinisikan sebagai suatu fungsi dari komponen yang diharapkan oleh pengguna tetapi masih berada dalam level kemampuan dari komponen tersebut sejak saat dibuat. Fungsi dibedakan menjadi dua yaitu *primary function* dan *secondary function*. *Primary function* merupakan alasan utama mengapa suatu aset tersebut ada. Kategori ini meliputi kecepatan, hasil produksi (*output*), kualitas produk dan pelayanan pelanggan. Sedangkan *secondary function* merupakan kemampuan dari suatu aset untuk dapat melakukan lebih dari sekedar memenuhi fungsi utamanya saja. *Secondary function* meliputi *safety, control, appearance, protection, economy*, dan *environmental regulations*.

## 2. Kegagalan Fungsi (*Functional Failure*)

Kegagalan merupakan ketidakmampuan untuk menjalankan fungsi sesuai dengan keinginan pengguna sedangkan kegagalan fungsi adalah ketidakmampuan sistem untuk memenuhi suatu fungsi pada suatu standar kinerja tertentu yang dapat diterima oleh pengguna. Terdapat dua kategori kegagalan dalam RCM yaitu kegagalan total dan kegagalan parsial. Kegagalan total merupakan suatu kejadian dimana sistem sama sekali tidak dapat memenuhi standar kinerja suatu fungsi yang dapat diterima oleh penggunaannya. Sedangkan kegagalan parsial dapat didefinisikan sebagai keadaan dimana suatu sistem dapat berfungsi namun tidak pada level standar kinerja yang dapat diterima oleh penggunaannya atau keadaan dimana suatu sistem tidak dapat mempertahankan tingkat kualitas produk dari sistem tersebut.

## 3. Modus Kegagalan (*Failure Mode*)

*Failure mode* merupakan peristiwa-peristiwa yang mempunyai kemungkinan besar untuk menyebabkan setiap kegagalan terjadi. Peristiwa yang mempunyai kemungkinan untuk menjadi *failure mode* adalah:

- a. Peristiwa yang pernah terjadi sebelumnya pada peralatan yang sama atau serupa yang mempunyai konteks operasi sama.
- b. Kegagalan yang sekarang sedang diantisipasi oleh program perawatan yang ada.
- c. Kegagalan yang belum pernah terjadi tetapi diperkirakan dapat menjadi kenyataan di dalam proses operasinya.
- d. Kegagalan yang bila terjadi dapat memberikan dampak yang sangat serius.

Sebagian besar modus kegagalan yang ada sebelumnya, hanya disebabkan oleh deteriorasi dan keausan. Pada metode RCM modus kegagalan juga dapat disebabkan oleh *human errors* (kesalahan operator yang melakukan kegiatan perawatan) dan kesalahan desain, sehingga semua modus kegagalan yang ada dapat diidentifikasi dengan baik dan ditangani dengan cara yang benar.

#### 4. Dampak Kegagalan (*Failure Effect*)

*Failure effect* mendeskripsikan apa yang akan terjadi jika *failure mode* terjadi. Penjelasan ini harus memasukkan semua informasi yang dibutuhkan dalam memberikan konsekuensi kegagalan tersebut, seperti:

- a. Apa bukti bahwa kegagalan tersebut pernah terjadi.
- b. Bagaimana cara kegagalan tersebut dapat memberikan ancaman terhadap keselamatan dan lingkungan.
- c. Bagaimana cara kegagalan tersebut dapat berpengaruh terhadap operasi dan proses produksi.
- d. Apa kerusakan fisik yang disebabkan oleh kegagalan tersebut.
- e. Apa yang harus dilakukan untuk memperbaiki kegagalan tersebut.

### 5. Konsekuensi Kegagalan (*Failure Consequence*)

Konsekuensi kegagalan merupakan hal yang terpenting dalam proses RCM. RCM memahami benar bahwa satu-satunya alasan untuk melakukan berbagai macam *proactive task* bukan untuk menghindari kegagalan itu sendiri namun untuk mengurangi konsekuensi dari kegagalan tersebut. Proses RCM mengklasifikasikan konsekuensi kegagalan kedalam 4 bagian, yaitu :

#### a. *Hidden Failure Consequences*

Kondisi ini terjadi apabila konsekuensi kegagalan yang terjadi tidak dapat diketahui oleh operator dalam kondisi normal. Konsekuensi ini berpotensi untuk menghasilkan *multiple failure*.

#### b. *Safety and Environmental Consequences*

Kegagalan mempunyai konsekuensi keamanan apabila kegagalan yang terjadi dapat melukai, membahayakan atau bahkan membunuh seseorang .Kegagalan mempunyai konsekuensi lingkungan apabila kegagalan yang terjadi dapat melanggar peraturan atau standar lingkungan perusahaan, wilayah, nasional atau internasional.

#### c. *Operational Consequences*

Kegagalan mempunyai konsekuensi operasional apabila kegagalan yang terjadi dapat mempengaruhi kapabilitas operasional seperti hasil produksi, kualitas produksi, kepuasan pelanggan, dan biaya tambahan perbaikan.

#### d. *Non-Operational Consequences*

Kegagalan mempunyai konsekuensi *non-operasional* jika kegagalan yang terjadi tidak mempengaruhi keamanan atau kegiatan operasional, kegagalan ini hanya berakibat pada biaya perbaikan.

Proses RCM menggunakan kategori-kategori di atas sebagai dasar dalam pengambilan *maintenance task* yang sesuai. Proses evaluasi konsekuensi kegagalan juga mengubah pemikiran bahwa

semua kegagalan adalah hal yang buruk dan harus dicegah. Dengan demikian, proses RCM fokus pada kegiatan pemeliharaan yang berpengaruh paling besar terhadap kinerja suatu sistem. RCM tidak hanya berfokus pada bagaimana cara mencegah kegagalan, tapi mendorong kita untuk berfikir luas tentang cara-cara yang berbeda untuk mengelola kegagalan yang telah terjadi.

## 6. *Failure Management Techniques*

*Failure Management Techniques* dibagi menjadi 2 kategori yaitu *proactive task* dan *default action*.

### a. *Proactive Task*

*Proactive task* merupakan pekerjaan yang dilakukan sebelum terjadinya kegagalan untuk mencegah peralatan masuk dalam kondisi gagal. Metode RCM membagi *proactive task* kedalam tiga kategori berikut :

#### a. *Scheduled restoration task*

*Scheduled restoration task* merupakan kegiatan rekondisi atau melakukan *overhaul* pada saat atau sebelum batas umur yang telah ditetapkan, tanpa memandang kondisi komponen saat kegiatan perawatan. Aktivitas perawatan ini dapat digunakan jika suatu komponen memenuhi keadaan-keadaan berikut:

- Terdapat umur komponen yang dapat diidentifikasi dimana suatu komponen mengalami peningkatan yang cepat pada *probability of failure*.
- Dapat dilakukan perbaikan untuk menanggulangi kegagalan yang terjadi.

#### b. *Scheduled discard task*

*Scheduled discard task* merupakan kegiatan untuk mengganti komponen dengan komponen yang baru pada saat atau sebelum batas umur yang telah ditetapkan tanpa memandang kondisi komponen



saat kegiatan perawatan. Aktivitas perawatan ini dapat digunakan jika suatu komponen memenuhi keadaan-keadaan berikut:

- Terdapat umur komponen yang dapat diidentifikasi dimana suatu komponen mengalami peningkatan yang cepat pada *probability of failure*.
- Perlu dilakukan penggantian komponen dengan komponen baru untuk menanggulangi kegagalan yang terjadi.

c. *Scheduled on condition task*

*Scheduled on condition task* dapat dilakukan ketika kegagalan dapat memberikan beberapa informasi atau peringatan bahwa kegagalan tersebut akan terjadi. Peringatan ini dikenal dengan *potential failure*. *potential failure* merupakan kondisi yang menunjukkan potensi kegagalan fungsional akan segera terjadi atau sedang dalam proses kegagalan. *On condition task* adalah cara yang sangat baik dalam mengelola kegagalan, namun kegiatan ini juga dapat membuang waktu. Metode RCM menyediakan *task* ini untuk menangani beberapa kondisi khusus.

b. *Default Actions*

*Default Actions* merupakan aktivitas yang dilakukan pada saat komponen sudah masuk dalam kondisi gagal dan dipilih ketika tidak ditemukan *proactive task* yang efektif. RCM membagi *default action* kedalam tiga kategori, yaitu sebagai berikut:

a. *Failure finding*

*Failure finding* merupakan kegiatan memeriksa fungsi tersembunyi dari suatu komponen secara berkala untuk mengetahui apakah fungsi sudah mengalami kegagalan. Aktivitas ini hampir sama dengan *on condition task*, namun dilakukan saat

sistem tersebut sudah gagal berfungsi. Aktivitas ini dapat dilakukan ketika ada kemungkinan untuk dilakukan perawatan dan aktivitas perawatan tersebut tidak meningkatkan resiko *multiple failure*.

b. *Redesign*

Redesign mencakup perubahan dari kemampuan suatu sistem. Termasuk di dalamnya adalah modifikasi terhadap peralatan atau prosedur kerja. Aktivitas perawatan redesign dapat dilakukan dengan cara mengganti spesifikasi komponen, menambahkan komponen baru, atau mengganti mesin dengan tipe yang lain.

c. *No scheduled maintenance*

*No scheduled maintenance* tidak melakukan apapun untuk mengantisipasi atau mencegah modus kegagalan yang terjadi. Kegagalan akan dibiarkan terjadi, kemudian diperbaiki. Aktivitas ini disebut juga dengan *run to failure*. Aktivitas perawatan ini dapat digunakan jika tidak dapat ditemukan *task* yang sesuai, kegagalan tidak memiliki konsekuensi keamanan dan lingkungan dan biaya *preventive task* lebih besar daripada biaya jika komponen tersebut mengalami kegagalan.

## 2.4 Analisis Penyebab dan Efek Kegagalan

Pada penelitian Tugas Akhir ini menggunakan RCM *Information Worksheet* untuk menganalisa *function*, *functional failure*, *failure mode*, dan *failure effect* [2]. Fungsi (*function*) subsistem didefinisikan sebagai kemampuan yang dapat dilakukan oleh suatu subsistem sesuai dengan konteks operasionalnya untuk memenuhi standar kinerja yang diharapkan. Kegagalan fungsi (*functional failure*) subsistem didefinisikan sebagai ketidakmampuan suatu subsistem untuk menjalankan fungsi sesuai konteks operasionalnya sehingga tidak dapat

memenuhi standar kinerja yang diharapkan. Modus kegagalan (*failure mode*) didefinisikan sebagai hal-hal yang memiliki peluang besar untuk menyebabkan kegagalan fungsi. Efek kegagalan (*failure effect*) merupakan akibat dari *failure mode* yang terjadi terhadap subsistem maupun sistem. Tabel 2.1 merupakan tabel *RCM Information Worksheet*.

**Tabel 2. 1** *RCM Information Worksheet*

| <b>RCM Information Worksheet</b> |   |  |   |
|----------------------------------|---|--|---|
| <i>Function</i><br>(fungsi)      | <i>Functional Failure</i><br>(kegagalan fungsi) | <i>Failure Mode</i><br>(modus kegagalan) | <i>Failure Effect</i><br>(efek kegagalan) |

## 2.5 Analisis Maintenance Task

Pada penelitian tugas akhir ini menggunakan *RCM Decision Worksheet* untuk menganalisa dan menentukan perawatan yang tepat [2]. Tabel 2.2 merupakan tabel *RCM Decision Worksheet* yang digunakan pada penelitian ini.

**Tabel 2. 2** Analisis *RCM Decision Worksheet*

| RCM <i>Decision Worksheet</i> |    |    |                               |   |   |   |    |    |    |                       |    |    |                      |
|-------------------------------|----|----|-------------------------------|---|---|---|----|----|----|-----------------------|----|----|----------------------|
| <i>Information Reference</i>  |    |    | <i>Consequence Evaluation</i> |   |   |   | H1 | H2 | H3 | <i>Default Action</i> |    |    | <i>Proposed Task</i> |
|                               |    |    |                               |   |   |   | S1 | S2 | S3 |                       |    |    |                      |
|                               |    |    |                               |   |   |   | O1 | O2 | O3 |                       |    |    |                      |
| F                             | FF | FM | H                             | S | E | O | N1 | N2 | N3 | H4                    | H5 | S4 |                      |

Kolom 1 sampai dengan kolom 3 merupakan *information reference* yang menunjukkan bagian *RCM Information Worksheet* yang dianalisis, yaitu *Failure* (F), *Functional Failure* (FF) dan *Failure Mode* (FM). Kolom 4 sampai dengan kolom 7 adalah kolom *consequence evaluation* yang menunjukkan evaluasi konsekuensi kegagalan atau dampak yang ditimbulkan terhadap sistem. Terdapat beberapa konsekuensi atau dampak yang ditimbulkan, yaitu *hidden failure consequences* (H) pada kolom

4, *safety consequences* (S) pada kolom 5, *environmental consequences* (E) pada kolom 6 dan *operational consequences* (O) pada kolom 7. Kolom-kolom tersebut dapat diisi dengan Yes (Y) apabila *failure mode* mempunyai dampak atau konsekuensi pada masing-masing aspek tersebut dan dapat diisi No (N) apabila sebaliknya.

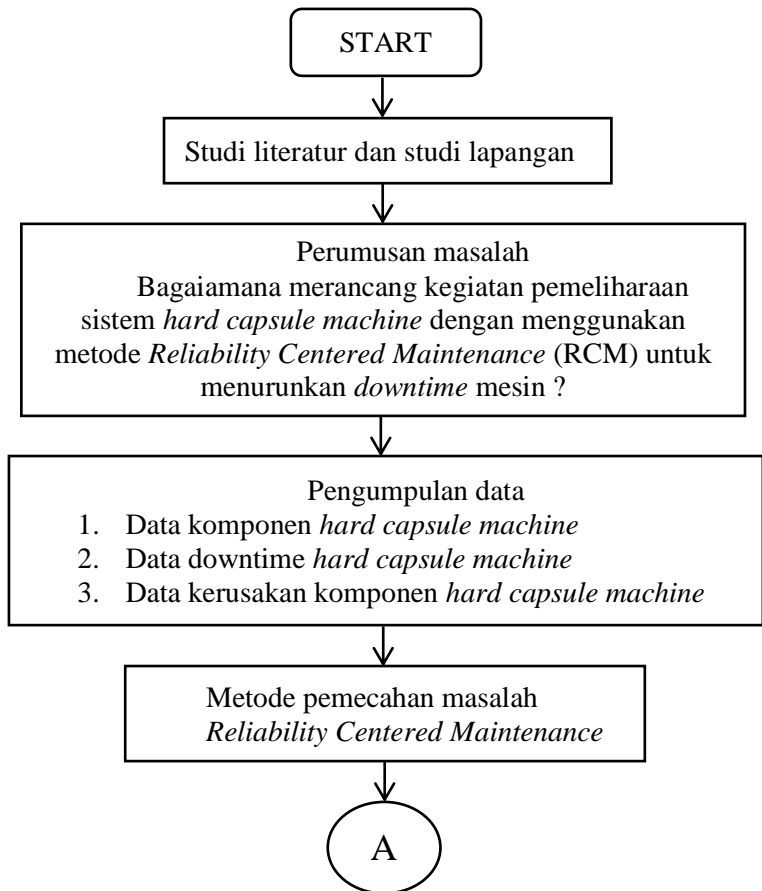
Analisa *consequence evaluation* digunakan untuk menentukan strategi perawatan yang tepat. Teknik manajemen kegagalan ini dibagi menjadi dua kategori, yaitu pada kolom 8 sampai dengan 10 yaitu kolom *proactive task* dan kolom 11 sampai dengan 13 yaitu kolom *default action*. Pada kolom 8 (H1/S1/O1/N1) dapat diisi dengan Yes (Y) apabila kebijakan perawatan yang tepat untuk mengantisipasi atau mencegah *failure mode* yang terjadi adalah *scheduled on condition task*, dan diisi No (N) apabila sebaliknya. Kolom 9 (H2/S2/O2/N2) dapat diisi dengan Yes (Y) apabila kebijakan perawatan yang tepat untuk mengantisipasi atau mencegah *failure mode* yang terjadi adalah *scheduled restoration task*, dan diisi No (N) apabila sebaliknya. Kolom 10 (H3/S3/O3/N3) dapat diisi dengan Yes (Y) apabila kebijakan perawatan yang tepat untuk mengantisipasi atau mencegah *failure mode* yang terjadi adalah *scheduled discard task*, dan diisi No (N) apabila sebaliknya. Kolom 11 (H4) dapat diisi dengan Yes (Y) apabila kebijakan perawatan yang tepat untuk menangani *failure mode* yang terjadi adalah *failure finding task*, dan diisi No (N) apabila sebaliknya. Kolom 12 (H5) dapat diisi dengan Yes (Y) apabila kebijakan perawatan yang tepat untuk menangani *failure mode* yang terjadi adalah *redesign*, dan diisi No (N) apabila sebaliknya. Kolom 13 (S4) dapat diisi dengan Yes (Y) apabila kebijakan perawatan yang tepat untuk menangani *failure mode* yang terjadi adalah *No scheduled maintenance*, dan diisi No (N) apabila sebaliknya, sehingga pada kolom *proposed task* dapat ditentukan *maintenance task* yang paling tepat.

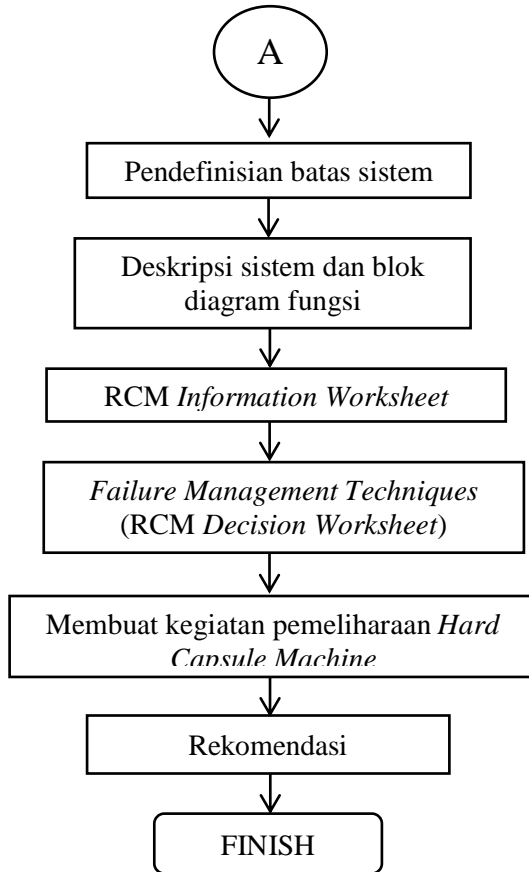
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian Tugas Akhir ini dilaksanakan dengan mengikuti diagram alir penelitian sebagai berikut :





**Gambar 3. 1** Diagram Alir Penelitian

## 1.2 Metodologi Penelitian

Diagram alir penelitian pada gambar 3.1 di atas dijelaskan sebagai berikut.

### 3.2.1 Studi Literatur, Studi Lapangan dan Identifikasi Permasalahan

Langkah awal yang dilakukan dalam tugas akhir ini adalah studi lapangan ke PT Kapsulindo Nusantara. Studi

lapangan dilakukan untuk mencari informasi dan kondisi perusahaan untuk mengidentifikasi permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini. Studi lapangan yang dilakukan menyangkut area spesifik yang digunakan untuk mengumpulkan data-data yang mendukung penelitian yaitu Departemen Pemeliharaan Mesin, dan area produksi. Setelah melakukan studi lapangan tahap selanjutnya adalah studi literatur yang bertujuan untuk mendapatkan informasi dan pengetahuan yang dapat mendukung penelitian, baik dari jurnal, buku maupun penelitian-penelitian terdahulu. Adapun studi literatur yang dilakukan adalah mengenai sistem *hard capsule machine*, baik berupa gambar detail maupun fungsi subsistem serta komponen, dan metode *Reliability Centered Maintenance*.

### **3.2.2 Perumusan Masalah**

Tahap berikutnya adalah merumuskan masalah yang dijadikan objek dalam penelitian ini. Objek yang diteliti pada tugas akhir ini adalah sistem *hard capsule machine* A. Alasan pemilihan sistem *hard capsule machine* A karena mesin ini memiliki *unscheduled downtime* terbanyak diantara mesin lainnya. Oleh sebab itu perlu dilakukan penentuan *maintenance task* yang tepat agar frekuensi *downtime* mesin A dapat berkurang dan proses produksi dapat berjalan dengan baik.

### **3.2.3 Pengumpulan Data**

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data mulai dari bulan januari 2015 sampai dengan Desember 2015. Data-data yang digunakan adalah sebagai berikut :

- 3.2.1 Data komponen *hard capsule machine*
- 3.2.2 Data downtime *hard capsule machine*
- 3.2.3 Data kerusakan komponen *hard capsule machine*

### **3.2.4 Metode Pemecahan Masalah**

Setelah informasi dan data pendukung yang diperlukan telah terkumpul akan dilanjutkan dengan menentukan pemeliharaan



yang tepat dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance*. Proses analisis adalah sebagai berikut :

### **3.2.5 Pendefinisian Batas Sistem**

Pada tahap ini akan ditentukan batasan-batasan sistem yang akan dianalisa dari *Piping and Instrument Diagram* yang tersedia. Hal ini dilakukan untuk menjelaskan batasan-batasan suatu sistem yang diteliti. Perumusan *system boundary definition* yang baik dan benar akan menjamin keakuratan proses analisis sistem.

### **3.2.6 Deskripsi Sistem dan Blok Diagram Fungsi**

Tahap ini akan menjelaskan sistem yang akan di teliti, meliputi cara kerja sistem serta penggunaan instrumen yang ada dalam sistem. Pada tahap ini juga akan dijelaskan fungsi, *input*, dan *output* dari tiap subsistem. Setelah itu akan dibuat *block diagram* untuk mengetahui hubungan antar subsistem yang ada.

### **3.2.7 RCM Information Worksheet**

Pada tahap ini akan disajikan tabel yang berisi *function*, *functional failure*, *failure mode*, dan *failure effect* yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab dan efek dari kegagalan yang terjadi pada setiap subsistem pada *hard capsule machine*.

### **3.2.8 Failure Management Techniques**

Pada tahap ini implementasi teknik manajemen kegagalan akan menggunakan RCM *Decision Worksheet*. RCM *Decision Worksheet* bertujuan untuk menggolongkan *failure mode* yang terjadi kedalam kategori konsekuensi kegagalan yang ada pada metode RCM.

### **3.2.9 Perancangan Kegiatan Pemeliharaan**

Pada tahap ini akan menentukan metode pemeliharaan yang tepat pada setiap komponen yang berpengaruh besar terhadap keselamatan pekerja dan kegiatan operasional.

### **3.2.10 Rekomendasi**

Tahap rekomendasi adalah tahap terakhir pada penelitian ini. Tahap ini akan memberikan rekomendasi berupa daftar tindakan dan kegiatan perbaikan yang harus dilakukan untuk perawatan pada sistem *Hard Capsule Machine*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## **BAB IV**

### **PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS DATA**

Pada bab ini pengolahan data dilakukan agar jenis perawatan yang baik dapat diperoleh. Proses pengolahan data diawali dengan mengidentifikasi proses produksi kapsul agar sistem yang dijadikan objek penelitian dapat diketahui. Objek penelitian tersebut dianalisis sistem dan subsistem pendukungnya. Analisis meliputi uraian dari setiap fungsi subsistem dan aliran kerja antar fungsi subsistem yang membentuk satu kesatuan sistem. Selanjutnya akan dibuat *RCM Information Worksheet* yang berisi deskripsi fungsi, kegagalan fungsi, modus kegagalan, dan efek kegagalan. Dari *RCM Information Worksheet* kita dapat mengetahui penyebab dan efek kegagalan yang terjadi pada setiap subsistem pada *Hard Capsule Machine*. Selanjutnya akan dibuat *RCM Decision Worksheet* yang berisi konsekuensi kegagalan, *proactive task*, *default action*, dan *proposed task*. Pada *RCM Decision Worksheet* terdapat 4 kategori konsekuensi kegagalan yaitu *hidden failure consequences*, *safety consequences*, *environmental consequences*, dan *operational consequences*. Dari data efek kegagalan yang ada pada *RCM Information Worksheet* kemudian akan ditentukan konsekuensinya. Keempat kategori konsekuensi kegagalan yang ada pada *RCM Decision Worksheet* akan menjadi dasar penentuan jenis perawatan yang tepat pada sistem. Tahap terakhir adalah memberikan rekomendasi berupa daftar tindakan dan kegiatan perbaikan yang harus dilakukan untuk perawatan pada sistem *Hard Capsule Machine*.

#### **4.1 Sistem Pemeliharaan PT. Kapsulindo Nusantara**

Departemen Pemeliharaan Mesin PT. Kapsulindo Nusantara memiliki 2 jenis perawatan yaitu :

a. **Corrective Maintenance**

Corrective maintenance merupakan kegiatan perawatan atau pemeliharaan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan. Perawatan ini dilakukan ketika terdapat kinerja sistem yang

tidak sesuai dengan standar yang ada atau menimbulkan mesin berhenti berproduksi.

b. Preventive Maintenance

Preventive maintenance merupakan aktifitas perawatan atau pemeliharaan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan. Perawatan ini dilakukan sebelum terjadinya kegagalan. Gambar 4.1 merupakan jadwal preventive maintenance Departemen Pemeliharaan Mesin PT. Kapsulindo Nusantara

| NO | NO.MC | NAMA MESIN           | TANGGAL PREVENTIVE MAINTENANCE |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----|-------|----------------------|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|    |       |                      | JAN                            | FEB | MAR | APR | MAY | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOV | DES |
| 1  | A     | Hard Capsule Machine | B3                             | -   | B1  | -   | B1  | -   | T1  | -   | B1  | -   | B1  | -   |
| 2  | B     | Hard Capsule Machine | -                              | B1  | -   | B1  | -   | B1  | -   | B1  | -   | B1  | -   | B1  |
| 3  | C     | Hard Capsule Machine | B4                             | -   | B2  | -   | B2  | -   | B2  | -   | B2  | -   | B2  | -   |
| 4  | D     | Hard Capsule Machine | -                              | B2  | -   | B2  | -   | B2  | -   | B2  | -   | T2  | -   | B2  |
| 5  | E     | Hard Capsule Machine | T2                             | -   | B3  | -   | B3  | -   | B3  | -   | B3  | -   | B3  | -   |
| 6  | F     | Hard Capsule Machine | -                              | B3  | -   | B3  | -   | B3  | -   | B3  | -   | B3  | -   | B3  |
| 7  | G     | Hard Capsule Machine | B1                             | -   | B4  | -   | B4  | -   | B4  | -   | B4  | -   | B4  | -   |
| 8  | H     | Hard Capsule Machine | -                              | B4  | -   | B4  | -   | B4  | -   | B4  | -   | B4  | -   | B4  |

KETERANGAN : B : Bulanan - 8 jam  
T : Tahunan - 16 jam  
Angka menunjukan minggu ke

Cicadas, 21 Desember, 2014

Dibuat oleh:  
*[Signature]*  
Preventive Maint

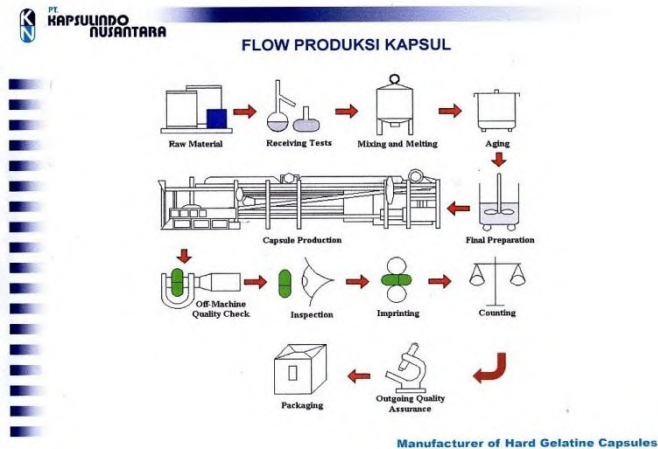
Mengetahui:  
*[Signature]*  
Kasir/ SUPV.

Disetujui:  
*[Signature]*  
Maintenance Manager

**Gambar 4. 1** Jadwal *Preventive Maintenance* HCM

## 4.2 Identifikasi Proses Produksi Kapsul

Penelitian tugas akhir ini diawali dengan mengidentifikasi proses produksi kapsul untuk mengetahui karakteristik proses produksi dan peralatan yang digunakan. Proses produksi kapsul di PT. KAPUSLINDO NUSANTARA secara umum di bagi menjadi 5 tahapan sesuai dengan gambar 4.2.



**Gambar 4. 2** Alur Proses Produksi Kapsul[7]

1. Unit bahan baku

Unit ini merupakan tempat penerimaan dan penyimpanan bahan baku gelatin mentah yang di impor dari Negara India dan Bangladesh.

2. Unit penyiapan bahan

Unit ini melakukan serangkaian uji pada gelatin mentah yaitu uji sifat fisik, uji kimia, dan uji mikrobiologi. Setelah lolos uji kemudian bahan baku gelatin di campur dengan air, surfactant, dan bahan pengawet yaitu MP (metil paraben) dan PP (propil paraben). Setelah di campur bahan-bahan diatas kemudian larutan gelatin didiamkan selama kurang lebih 4 jam untuk menghilangkan gelembung udara yang ada pada larutan gelatin tersebut. Setelah didiamkan beberapa saat larutan gelatin ditambahkan  $\text{TiO}_2$  (titanium dioksida) dan pewarna sesuai dengan warna yang di inginkan.

3. Unit produksi

Unit ini mengolah larutan gelatin sampai menjadi kapsul utuh yang terdiri dari *cap* dan *body*. Tahap produksi kapsul secara garis besar dibagi menjadi 5

tahapan yaitu; *dipping process* merupakan proses pencelupan *pin bar* kedalam larutan gelatin, *drying process* merupakan proses pengeringan kapsul, *stripping process* merupakan proses pencabutan kapsul dari *pin bar*, *cutting process* merupakan proses pemotongan kapsul, *joining process* merupakan proses penggabungan antara *cap* dan *body* kapsul.

#### 4. Unit QC (*Quality Control*)

Unit ini bertugas untuk menguji dan menginspeksi kapsul yang telah diproduksi oleh *Hard Capsule Machine*. Kapsul yang diproduksi harus memenuhi standar berat, tebal, panjang, dan kadar air yang telah ditentukan. Standar berat untuk kapsul ukuran 00 yaitu minimum 110 mg dan maksimum 130 mg. Standar panjang kapsul ukuran 00 untuk *cap* yaitu 11.50 mm – 12.50 mm untuk *body* 19.50 mm – 20.50 mm. Standar tebal kapsul ukuran 00 untuk *cap* yaitu 0.20 mm – 0.22 mm untuk *body* 0.206 mm – 0.226 mm. Standar kadar air untuk kapsul yaitu 13% - 16%. Setelah lolos uji kapsul akan diberi label merek sesuai dengan yang diinginkan. Setelah diberi label kapsul akan dicek kembali oleh *quality assurance* untuk memastikan bahwa kapsul dalam kondisi yang siap untuk dikemas.

#### 5. Unit pengemasan kapsul

Pada tahap ini kapsul akan dimasukkan kedalam kemasan plastik khusus, setelah itu kapsul akan di vacuum untuk meminimalisir kandungan udara yang ada dalam kemasan. Kapsul yang telah di vacuum akan disemprotkan gas untuk sterilisasi, setelah itu kemasan akan di seal dan dimasukkan kedalam dus. 1 dus berisi 100.000 kapsul. Kapsul yang telah dikemas akan disalurkan melalui jalur darat maupun udara ke distributor yang berada di dalam maupun luar Negri.

#### 4.3 Analisis Sistem Hard Capsule Machine

Pada tahap ini akan dilakukan analisis sistem. Proses analisa dengan menggunakan metode RCM dilakukan pada level sistem kemudian pada level komponen. Hal ini dikarenakan kegagalan fungsi suatu sistem dapat dilihat pada level sistem terlebih dahulu kemudian setelah itu ditentukan pendukung fungsi sistem tersebut pada level komponen. Berdasarkan proses produksi kapsul di PT Kapsulindo Nusantara maka sistem *Hard Capsule Machine* dipilih sebagai objek penelitian pada tugas akhir ini. Gambar 4.3 merupakan gambar sistem *Hard Capsule Machine* yang disertai dengan spesifikasinya.

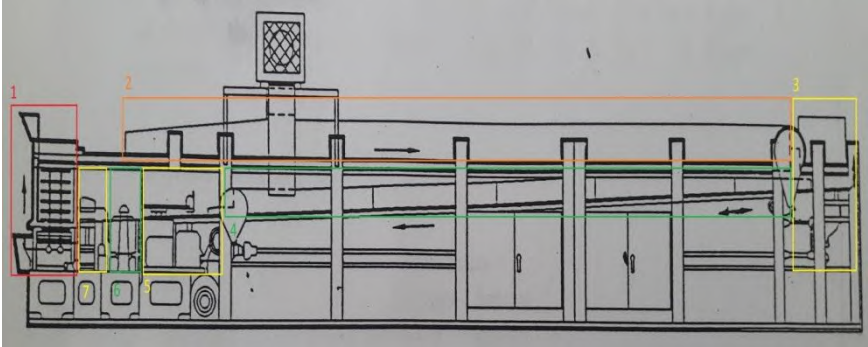
- Buatan : Kanada
- Tipe : R&J
- Kapasitas : 45.000 kapsul/jam
- Penggerak utama : *Spiral bevel pinion* ( T 933 )
- Power motor drive : 3-phase, 5 HP, 955 rpm, 380 volt



**Gambar 4. 3** *Hard Capsule Machine* PT Kapsulindo Nusantara



Sistem *Hard Capsule Machine* dibagi menjadi 7 subsistem yaitu *dipping*, *upper deck*, *rear elevator*, *lower deck*, *table*, *block automatic*, dan *greaser* subsistem. Ke- 7 subsistem tersebut ditampilkan dalam gambar 4.4



**Gambar 4. 4** Subsistem *Hard Capsule Machine*[8]

Keterangan :

1. *Dipping Subsystem*
2. *Upper Deck Subsystem*
3. *Rear Elevator Subsystem*
4. *Lower Deck Subsystem*
5. *Table Subsystem*
6. *Block Automatic Subsystem*
7. *Greaser Subsystem*

#### 1. *Dipping Subsystem*

Pada subsistem ini *pin bar* dicelupkan kedalam larutan gelatin sesuai gambar 4.5. Dalam satu kali proses pencelupan terdapat 6 buah *pin bar* dan dalam 1 *pin bar* terdapat 30 *pin* cetakan *body* atau *cap* kapsul. Ketika *pin* dicelupkan kedalam larutan, gelatin akan menempel pada *pin* secara otomatis karena sifat dasar gelatin tersebut. Setelah di celupkan *pin bar* akan di bawa ke *dipping subsystem* atas dengan menggunakan *dish elevator*. Fungsi utama *dish elevator* ini untuk menaikkan 6 buah

*pin bar* dari *dipping subsystem* bawah ke *dipping subsystem* atas. Selain itu *dish elevator* juga akan berputar selama proses menaikkan *pin bar*, hal ini bertujuan agar cairan gelatin tidak menetes ke *body pin bar* dan distribusi ketebalan kapsul merata diseluruh permukaanya. Setelah itu *pin bar* dibawa menuju *upper deck subsystem* dengan menggunakan *arm spinner* untuk dikeringkan. *arm spinner* berfungsi untuk mendorong 6 buah *pin bar* kedalam *upper deck subsystem*.



**Gambar 4. 5** *Dipping Subsystem*

## 2. *Upper Deck Subsystem*

Pada subsistem ini terjadi proses pengeringkan kapsul tahap pertama sesuai gambar 4.6. Setelah proses pencelupan *pin bar* akan masuk kedalam *upper deck subsystem* sebanyak 6 buah *pin bar* dalam satu kali penerimaan. Di dalam *upper deck pin bar* akan dikumpulkan sampai berjumlah 24 sebelum masuk ke dalam kiln. Selama proses pengumpulan, *pin bar* di

dinginkan oleh *hood*. *Hood* akan mengeluarkan udara dingin bersuhu  $16^{\circ}\text{C}$  hal ini bertujuan agar kapsul dapat melekat pada *pin bar* dengan baik. Setelah terkumpul, *pin bar* akan melewati *upper deck* sepanjang 11 meter yang terdapat 2 kiln yaitu kiln 1 dan kiln 2. Kiln 1 memiliki temperatur  $28^{\circ}\text{C}$  dan kiln 2 memiliki temperatur  $29^{\circ}\text{C}$ .



**Gambar 4. 6** *Upper Deck Subsystem*

### 3. *Rear Elevator Subsystem*

Subsistem ini berfungsi untuk memindahkan *pin bar* dari *upper deck* ke *lower deck* sesuai gambar 4.7. *Table rear elevator* akan bergerak naik untuk menerima 24 buah *pin bar* dalam satu kali penerimaan dari *upper deck subsystem*, kemudian akan turun untuk membawa *pin bar* ke *lower deck subsystem*. Gerak naik turun *table rear elevator* diatur dengan kecepatan tertentu untuk menjaga keseimbangan *pin bar* agar tidak terjatuh.



**Gambar 4. 7** *Rear Elevator Subsystem*

#### 4. Lower Deck Subsystem

Subsystem ini berfungsi untuk mengeringkan kapsul tahap kedua sesuai gambar 4.8. Pada subsystem ini pin bar akan melewati lower deck sepanjang 10 meter yang terdapat 2 kiln yaitu kiln 3 dan kiln 4. Kiln 3 memiliki temperatur  $27^{\circ}\text{C}$  dan kiln 4 memiliki temperatur  $24^{\circ}\text{C}$ .



**Gambar 4. 8** *Lower Deck Subsystem*

### 5. *Table Subsytem*

Subsistem ini berfungsi untuk menerima 24 buah pin bar (1set) dan membawa ke elevator tengah sesuai gambar 4.9. Gelatin yang telah selesai dikeringkan akan diterima oleh table sebanyak 24 buah pin bar dalam satu kali penerimaan. Table akan naik untuk mengambil pin bar dan akan turun untuk kemudian dibawa ke elevator tengah, gerak naik turun table diatur dengan kecepatan tertentu untuk menjaga keseimbangan pin bar agar tidak terjatuh. Pin bar akan didorong menggunakan 2 buah rantai menuju elevator tengah. Setelah itu satu-persatu pin bar akan di bawa naik oleh elevator tengah menuju ke rack bar pusher sector. Rack bar pusher berfungsi untuk mendorong pin bar ke block automatic subsystem.



**Gambar 4. 9** *Table Subsystem*

### 6. Block Automatic Subsystem

Pada subsistem ini dilakukan 3 proses sekaligus yaitu stripping, cutting, dan joining sesuai gambar 4.10. Kapsul yang di dorong oleh rack bar pusher akan masuk kedalam

block automatic untuk proses awal stripping. Stripping merupakan proses pencabutan kapsul dari pin bar oleh stripper. Stripper berfungsi untuk menjepit kapsul dan melepaskannya dari pin bar. Setelah itu kapsul akan dimasukkan kedalam collet. Didalam collet kapsul akan diatur panjangnya oleh rod sebelum proses pemotongan. Rod akan mendorong kapsul keluar sesuai dengan dimensi yang ditentukan untuk kemudian dipotong (cutting). Cutting merupakan proses pemotongan kapsul dengan panjang cap 11.50 mm – 12.50 mm dan untuk body 19.50 mm – 20.50 mm. Setelah di potong collet cap dan collet body akan bergerak maju untuk proses join . Join merupakan proses penggabungan antara cap dan body kapsul.



**Gambar 4. 10** *Block Automatic Subsystem*



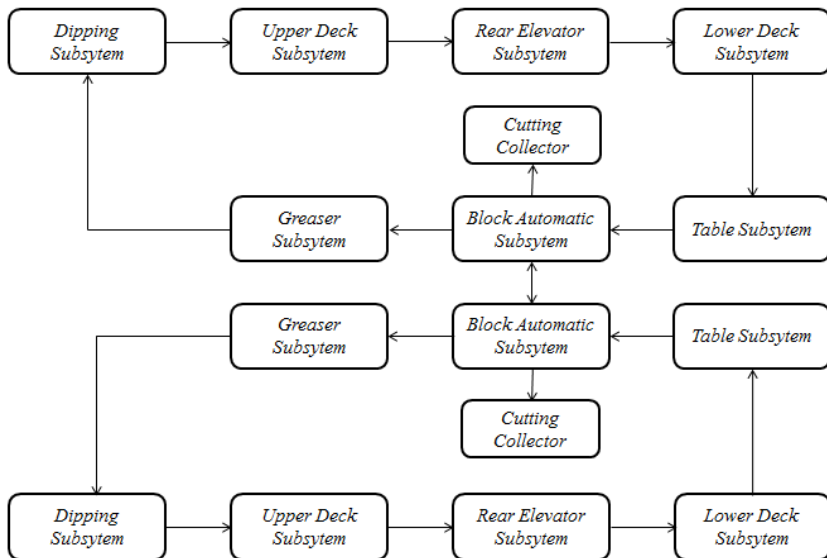
## 7. Greaser Subsytem

Subsistem ini berfungsi untuk melapisi pin bar dengan parafin dan lestisin sesuai gambar 4.11. Greaser body akan bergerak maju menuju pin bar sedangkan shell akan terus berputar selama proses pelumasan. Putaran shell bertujuan agar pin bar dapat terolesi parafin dan lestisin secara merata. Setelah proses pelumasan pin bar dicelupkan kembali ke bahan baku gelatin yang ada pada dipping subsystem.



**Gambar 4. 11** *Greaser Subsytem*

Berdasarkan penjelasan subsistem di atas, maka dikembangkan *Functional Block Diagram* (FBD) sesuai dengan gambar 4.12. *Functional Block Diagram* ini berfungsi untuk menjelaskan hubungan dan aliran kerja antar fungsi subsistem yang membentuk suatu sistem dan untuk memperjelas ruang lingkup analisis sehingga proses analisis fungsi dan kegagalan fungsi dapat dilakukan dengan mudah.



**Gambar 4. 12** FBD Sistem *Hard Capsule Machine*

Berdasarkan FBD pada gambar 4.11 diketahui bahwa sistem *Hard Capsule Machine* berfungsi membuat kapsul dari mulai bahan baku gelatin sampai menjadi kapsul utuh yang terdiri dari *cap* dan *body*. Proses ini berawal dari *dipping subsystem* dengan pencelupan *pin bar* (cetakan kapsul) *cap* dan *body* kedalam larutan gelatin. Kemudian kapsul akan di naikan dan di dorong ke *upper deck* dengan menggunakan *dish elevator* dan *arm spinner*. Di *upper deck* kapsul akan dikeringkan tahap pertama dengan 2 kiln. Kiln 1 dengan temperatur 28°C dan kiln 2 dengan temperatur 29°C. Dari *upper deck* kapsul akan di bawa ke *lower deck* dengan menggunakan *rear elevator* untuk pengeringan tahap kedua. Kapsul akan di keringkan dengan 2 kiln yaitu kiln 3 dan kiln 4. Kiln 3 dengan temperatur 27°C dan kiln 4 dengan temperatur 24°C. Kapsul yang telah di keringkan akan dibawa ke *table subsystem*, *table* berfungsi untuk menerima 24 buah *pin bar* (1set) dan membawa ke *elevator* tengah. Setelah itu *Pin bar* didorong ke *block automatic* dengan menggunakan *rack bar*



*pusher*. Dalam *block automatic* kapsul akan melalui 3 proses yaitu *stripping* merupakan proses pencabutan kapsul dari *pin bar* untuk kemudian di masukan kedalam *collet*, *cutting* merupakan proses pemotongan kapsul dengan panjang *cap* 11.50 mm – 12.50 mm dan untuk *body* 19.50 mm – 20.50 mm. Sisa potongan kapsul akan disedot oleh *cutting collector* untuk dibuang keluar sistem. Kapsul yang telah di potong selanjutnya akan di *join* antara *cap* dan *body* nya. Setelah itu *pin bar* akan di bawa ke *greaser subsystem* untuk pelumasan dengan menggunakan parafin dan lestinis, kemudian *pin bar* akan kembali ke *dipping subsystem* untuk pencelupan larutan gelatin.

#### 4.4 Analisis Penyebab dan Efek Kegagalan

Berdasarkan penjelasan dan *Functional Block Diagram* di atas, maka selanjutnya akan ditentukan fungsi, kegagalan fungsi, modus kegagalan fungsi, dan efek kegagalan fungsi dari setiap subsistem yang ada pada *Hard Capsule Machine*. Analisis ini menggunakan *RCM Information Worksheet* sesuai tabel 2.1 *RCM Information Worksheet* untuk masing-masing subsistem dapat dilihat pada tabel 4.2 sampai dengan tabel 4.8

**Tabel 4. 1** *RCM Information Worksheet Dipping Subsystem*

| <b>RCM Information Worksheet</b>                                    |  |   |                       |
|---|--|---|-----------------------|
| <i>Function</i>   | <i>Functional Failure</i>  | <i>Failure Mode</i>   | <i>Failure Effect</i> |
| (1)<br>Menyelupkan<br><i>pin bar</i> ke<br>dalam larutan<br>gelatin | (A) <i>Pin bar</i><br>tidak tercelup<br>kedalam<br>larutan gelatin | (1) Terdapat<br>benda asing<br>yang terjepit<br>di <i>pin bar</i> | <i>Pin bar jamed</i>  |
|   |  | (2) <i>Per fall<br/>adjuster pin<br/>bar</i> rusak                |                       |
|   |  | (3) <i>Bushing<br/>gear sector</i>                                |                       |

|   |   |  |                                   |
|---|---|--|-----------------------------------|
|   |   | <i>dipper</i> aus  |                                   |
|   |   | (4) <i>Stopper pin bar dipper</i> rusak  |                                   |
|   |   | (5) <i>Bushing mutilated gear</i> aus  | <i>Timming dipper bar</i> berubah |
|   |   | (6) <i>Bushing spur gear dipper</i> aus  |                                   |
|   |   | (7) Posisi <i>pulley</i> motor utama dan <i>pulley block autamatic</i> tidak sejajar | V belt putus                      |
|   |   | (8) Kemuluran V <i>belt</i>  | Slip                              |
|   |   | (9) Kemuluran <i>timing belt</i>   | Slip                              |
| (2) Membawa <i>pin bar</i> dari <i>dipping subsystem</i> bawah ke <i>dipping subsystem</i> atas | (A) <i>Pin bar</i> tidak dapat terbawa ke <i>dipping subsystem</i> atas | (1) Baut <i>dish elevator</i> kendur   | <i>Arm spinner</i> rusak          |
|   |   | (2) Posisi baut rel <i>dish elevator</i> kiri dan kanan tidak sama                   |                                   |
|   |   | (3) Posisi baut <i>spur gear dish elevator</i> kiri                                  | <i>Pin bar jamed</i>              |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  | dan kanan<br>tidak sama                    |  |
|  |  | (4) rel <i>dish</i><br><i>elevator</i> aus |  |

**Tabel 4. 2 RCM Information Worksheet Upper Deck Subsystem**

| <b>RCM Information Worksheet</b>                             |  |                                  |                          |
|--|--|----------------------------------|--------------------------|
| <i>Function</i>  | <i>Functional Failure</i>  | <i>Failure Mode</i>              | <i>Failure Effect</i>    |
| (1) Mengeringkan kapsul tahap pertama                        | (A) Kapsul tidak kering dengan baik                                  | (1) <i>Sirocco blade</i> rontok  | <i>Blower kiln</i> rusak |
| (2) Membawa <i>pin bar</i> ke <i>rear elevator subsystem</i> | (A) <i>Pin bar</i> tidak terbawa ke <i>rear elevator</i> dengan baik | (1) <i>Spur gear</i> aus         | <i>Pin bar jamed</i>     |
|  |  | (2) <i>Bushing spur gear</i> aus |                          |

**Tabel 4.3 RCM Information Worksheet Rear Elevator Subsystem**

| <b>RCM Information Worksheet</b>   |   |                             |   |
|--|---|-----------------------------|---|
| <i>Function</i>  | <i>Functional Failure</i>   | <i>Failure Mode</i>         | <i>Failure Effect</i>   |
| (1) Membawa <i>pin bar</i> dari <i>upper deck subsystem</i> ke <i>lower deck subsystem</i> | (A) <i>Pin bar</i> tidak terbawa ke <i>lower deck subsystem</i> dengan baik | (1) <i>Helical gear</i> aus | Terjadi penumpukan <i>pin bar</i> pada <i>table rear elevator</i> |

**Tabel 4. 4** *RCM Information Worksheet Lower Deck Subsystem*

| <b>RCM Information Worksheet</b>                     |  |                                  |                          |
|--|--|----------------------------------|--------------------------|
| <i>Function</i>                                      | <i>Functional Failure</i>  | <i>Failure Mode</i>              | <i>Failure Effect</i>    |
| (1) Mengeringkan kapsul tahap kedua                  | (A) Kapsul tidak kering dengan baik                                    | (1) <i>Sirocco blade</i> rontok  | <i>Blower kiln rusak</i> |
| (2) Membawa <i>pin bar</i> ke <i>table subsystem</i> | (A) <i>Pin bar</i> tidak terbawa ke <i>table subsystem</i> dengan baik | (1) <i>Spur gear</i> aus         | <i>Pin bar jamed</i>     |
|  |  | (2) <i>Bushing spur gear</i> aus |                          |

**Tabel 4. 5** *RCM Information Worksheet Table Subsystem*

| <b>RCM Information Worksheet</b>                            |   |                                       |  |
|---|---|---------------------------------------|--|
| <i>Function</i>   | <i>Functional Failure</i>   | <i>Failure Mode</i>                   | <i>Failure Effect</i>                          |
| (1) Membawa <i>pin bar</i> ke <i>elevator</i> tengah        | (A) <i>Pin bar</i> tidak tebawa ke <i>elevator</i> tengah dengan baik | (1) Rantai <i>table</i> aus           | <i>Pin bar jamed</i>                           |
| (2) Mendorong <i>pin bar</i> kedalam <i>block automatic</i> | (A) <i>Pin bar</i> tidak terdorong kedalam <i>block automatic</i>     | (1) <i>Pinion rack bar pusher</i> aus | Dorongan <i>rack bar pusher</i> tidak maksimal |
|   |   | (2) Gigi <i>rack bar pusher</i> aus   |  |

|                  |                                 |   |                      |
|------------------|---------------------------------|---|----------------------|
| <i>subsystem</i> | <i>subsystem</i><br>dengan baik | (3) <i>Spur gear rack bar pusher</i> aus  | <i>Pin bar jamed</i> |
|                  |                                 | (4) <i>Gigi as rack bar pusher</i> aus    |                      |
|                  |                                 | (5) <i>Bushing as rack bar pusher</i> aus |                      |
|                  |                                 |   |                      |

**Tabel 4.6** *RCM Information Worksheet Block Automatic Subsystem*

| <b>RCM Information Worksheet</b>                                |   |   |                                 |
|---|---|---|---------------------------------|
| <i>Function</i>   | <i>Functional Failure</i>                                 | <i>Failure Mode</i>                         | <i>Failure Effect</i>           |
| (1)<br>Mencabut kapsul dari <i>pin bar</i> ( <i>Stripping</i> ) | (A) kapsul tidak tercabut dari <i>pin bar</i> dengan baik | (1) <i>Helical gear block automatic</i> aus | <i>Pin bar jamed</i>            |
|   |   | (2) <i>Slide bar</i> aus                    | <i>Pin bar jamed</i>            |
|   |   |   | Kapsul berlubang                |
|   |   |   | Kapsul sobek                    |
|   |   |   | Kedalaman <i>collet</i> berubah |
|   |   | (3) <i>Ceek stripper</i> aus                | Kapsul tidak tercabut dari      |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| (2)<br>Menghisap<br>potongan<br>kapsul<br>( <i>cutting<br/>collector</i> ) | (A)<br>Potongan<br>kapsul tidak<br>tershisap<br>dengan baik | (4) <i>Bushing<br/>stripper</i> aus               | <i>pin bar</i>   |
|  |   | (1) <i>Seal<br/>cutting<br/>colector</i><br>rusak | Penumpukan<br>potongan<br>kapsul pada<br><i>body block<br/>automatic</i> |
|  |   | (2) <i>Cutting<br/>collector</i><br>tersumbat     |  |
|  |   | (3)<br>Kebocoran<br>selang piston                 |  |
|  |   | (4)<br>Kebocoran<br><i>seal</i> piston            |  |

**Tabel 4. 7** RCM Information Worksheet Greaser Subsystem

| <b>RCM Information Worksheet</b>  |   |  |   |
|---|---|--|---|
| <i>Function</i>   | <i>Functional<br/>Failure</i>   | <i>Failure Mode</i>                              | <i>Failure Effect</i>                     |
| (1)<br>Melapisi<br><i>pin bar</i><br>dengan<br>parafin<br>dan<br>lestisin | (A) <i>Pin<br/>bar</i> tidak<br>terlapisi<br>parafin<br>dan<br>lestisin<br>dengan<br>baik | (1) Kebocoran<br>larutan parafin<br>dan lestisin | <i>Splained gear</i><br>rusak             |
|   |   | (2) <i>Spur gear</i><br>aus                      | <i>Conveyor</i> tidak<br>bekerja maksimal |
|   |   | (3) <i>Bushing<br/>spur gear</i> aus             |   |
|   |   | (4) <i>Block<br/>greaser</i> aus                 | <i>Pin bar jamed</i>                      |
|   |   | (5) <i>Bevel gear</i>                            | <i>Block greaser</i>                      |

|  |  |                                     |  |
|--|--|-------------------------------------|--|
|  |  | aus                                 | tidak bekerja maksimal                     |
|  |  | (6) <i>Helical gear spindel</i> aus | Pelumasan pada <i>pin bar</i> tidak merata |

#### 4.5 Analisis *Maintenance Task*

Pada tahap ini analisis *maintenance task* ditentukan menggunakan *RCM Decision Worksheet* dan *RCM Information Worksheet* yang telah di definisikan sebelumnya. Berdasarkan hasil *brainstorming* dan diskusi dengan pihak Departemen Pemeliharaan Mesin PT Kapsulindo Nusantara maka *maintenance task* yang tepat ditentukan dengan menggunakan *RCM Decision Diagram* untuk masing-masing subsistem pada sistem *hard capsule machine*. Dari 13 *failure mode* yang terjadi pada *dipping subsystem* terdapat 3 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled on condition task*, 3 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled restoration task*, dan 7 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled discard task*. Pada *upper deck subsystem* terdapat 3 *failure mode* yang terjadi, 1 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled on condition task*, dan 2 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled discard task*. Pada *rear elevator subsystem* terdapat 1 *failure mode* yang terjadi, *failure mode* tersebut dapat dicegah dengan *scheduled on condition task*. Pada *lower deck subsystem* terdapat 3 *failure mode* yang terjadi, 1 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled on condition task*, dan 2 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled discard task*. Pada *table subsystem* terdapat 6 *failure mode* yang terjadi, 1 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled on condition task*, dan 5 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled discard task*. Pada *block automatic subsystem* terdapat 8 *failure mode* yang terjadi, 1 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled on condition task*, 5 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled discard task*, 1 *failure mode* dapat dicegah dengan *redesign*, dan 1 *failure mode* dapat dicegah dengan *no scheduled maintenance*.

Pada *greaser subsystem* terdapat 6 *failure mode* yang terjadi, 1 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled on condition task*, 1 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled restoration task*, dan 4 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled discard task*. *Maintenance task* untuk masing-masing subsistem secara lengkap dapat dilihat pada tabel 4.9 sampai dengan tabel 4.15

**Tabel 4. 8 RCM Decision Worksheet Dipping Subsystem**

| RCM Decision Worksheet |    |    |                        |   |   |   |    |    |    |                |    |    |  |
|------------------------|----|----|------------------------|---|---|---|----|----|----|----------------|----|----|--|
| Information Reference  |    |    | Consequence Evaluation |   |   |   | H1 | H2 | H3 | Default Action |    |    | Proposed Task  |
|                        |    |    |                        |   |   |   | S1 | S2 | S3 |                |    |    |  |
|                        |    |    |                        |   |   |   | O1 | O2 | O3 |                |    |    |  |
| F                      | FF | FM | H                      | S | E | O | N1 | N2 | N3 | H4             | H5 | S4 |  |
| 1                      | A  | 1  | N                      | N | N | Y | Y  |    |    |                |    |    | Keluarkan benda asing yang terjepit, <i>Predictive Maintenance</i>     |
| 1                      | A  | 2  | N                      | N | N | Y | N  | N  | Y  |                |    |    | Penggantian per <i>fall adjuster</i> , <i>scheduled discard task</i>   |
| 1                      | A  | 3  | Y                      | N | N | Y | N  | N  | Y  |                |    |    | Penggantian <i>bushing gear sector</i> , <i>scheduled discard task</i> |



|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|---|
| 1 | A | 4 | N | N | N | Y | Y |   |   |  |  |  |  | Pengecekan stopper pin bar,<br><i>Predictive Maintenance, PF : Defleksi yang terjadi pada stopper pin bar &gt; 4 mm</i> |
| 1 | A | 5 | Y | N | N | Y | N | N | Y |  |  |  |  | Penggantian bushing,<br><i>scheduled discard task</i>   |
| 1 | A | 6 | Y | N | N | Y | N | N | Y |  |  |  |  | Penggantian bushing spur gear,<br><i>scheduled discard task</i>   |
| 1 | A | 7 | Y | N | N | Y | N | Y |   |  |  |  |  | Stel posisi pulley yang sesuai,<br><i>scheduled restoration task</i>  |
| 1 | A | 8 | Y | N | N | Y | N | N | Y |  |  |  |  | Penggantian V belt,<br><i>scheduled discard task</i>  |
| 1 | A | 9 | N | N | N | Y | N | N | Y |  |  |  |  | Penggantian timing belt,<br><i>scheduled discard task</i>   |
| 2 | A | 1 | N | N | N | Y | Y |   |   |  |  |  |  | Pengecekan baut dish elevator,<br><i>scheduled on condition</i>   |

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|---|
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  | <i>task</i>   |
| 2 | A | 2 | N | N | N | Y | N | Y |   |  |  |  |  |  |  | Stel posisi rel<br><i>dish elevator,</i><br><i>scheduled</i><br><i>restoration</i><br><i>task</i>                         |
| 2 | A | 3 | Y | N | N | Y | N | Y |   |  |  |  |  |  |  | Stel posisi<br>baut <i>spur</i><br>gear <i>dish</i><br>elevator,<br><i>scheduled</i><br><i>restoration</i><br><i>task</i> |
| 2 | A | 4 | N | N | N | Y | N | N | Y |  |  |  |  |  |  | Penggantian<br>rel <i>dish</i><br>elevator,<br><i>scheduled</i><br><i>discard task</i>                                    |

**Tabel 4. 9***RCM Decision Worksheet Upper Deck Subsystem*

| <b>RCM Decision Worksheet</b> |    |    |                               |   |   |   |    |    |    |                       |    |    |   |  |
|-------------------------------|----|----|-------------------------------|---|---|---|----|----|----|-----------------------|----|----|---|--|
| <i>Information Reference</i>  |    |    | <i>Consequence Evaluation</i> |   |   |   | H1 | H2 | H3 | <i>Default Action</i> |    |    | <i>Proposed Task</i>  |  |
|                               |    |    |                               |   |   |   | S1 | S2 | S3 |                       |    |    |   |  |
|                               |    |    |                               |   |   |   | O1 | O2 | O3 |                       |    |    |   |  |
| F                             | FF | FM | H                             | S | E | O | N1 | N2 | N3 | H4                    | H5 | S4 |   |  |
| 1                             | A  | 1  | Y                             | N | N | Y | N  | N  | Y  |                       |    |    | Penggantian<br><i>sirocco</i><br><i>blade,</i><br><i>scheduled</i><br><i>discard task</i> |  |

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|
| 2 | A | 1 | Y | N | N | Y | Y |   |   |  |  |  | Pengecekan<br>spur gear,<br>Predictive<br>Maintenance<br>task, PF :<br>Terdapat<br>gigi yang<br>rontok,<br>Ketebalan<br>gigi < 3mm |
| 2 | A | 2 | Y | N | N | Y | N | N | Y |  |  |  | Penggantian<br>bushing,<br>scheduled<br>discard task   |

**Tabel 4. 10** RCM Decision Worksheet Rear Elevator Subsystem

| RCM Decision Worksheet   |    |    |                           |   |   |   |    |    |    |                   |    |    |   |
|--------------------------|----|----|---------------------------|---|---|---|----|----|----|-------------------|----|----|---|
| Information<br>Reference |    |    | Consequence<br>Evaluation |   |   |   | H1 | H2 | H3 | Default<br>Action |    |    | Proposed Task   |
|                          |    |    |                           |   |   |   | S1 | S2 | S3 |                   |    |    |   |
|                          |    |    |                           |   |   |   | O1 | O2 | O3 |                   |    |    |   |
| F                        | FF | FM | H                         | S | E | O | N1 | N2 | N3 | H4                | H5 | S4 |   |
| 1                        | A  | 1  | Y                         | N | N | Y | Y  |    |    |                   |    |    | Pengecekan<br>worm<br>gear,Predictive<br>Maintenance,<br>PF : Terdapat<br>gigi yang<br>rontok,<br>Ketebalan gigi<br>< 3mm |

**Tabel 4. 11 RCM Decision Worksheet Lower Deck Subsystem**

| <b>RCM Decision Worksheet</b> |    |    |                               |   |   |   |    |    |    |                       |    |    |   |
|-------------------------------|----|----|-------------------------------|---|---|---|----|----|----|-----------------------|----|----|---|
| <i>Information Reference</i>  |    |    | <i>Consequence Evaluation</i> |   |   |   | H1 | H2 | H3 | <i>Default Action</i> |    |    | <i>Proposed Task</i>  |
|                               |    |    |                               |   |   |   | S1 | S2 | S3 |                       |    |    |   |
|                               |    |    |                               |   |   |   | O1 | O2 | O3 |                       |    |    |   |
| F                             | FF | FM | H                             | S | E | O | N1 | N2 | N3 | H4                    | H5 | S4 |   |
| 1                             | A  | 1  | Y                             | N | N | Y | N  | N  | Y  |                       |    |    | Penggantian<br><i>sirocco blade,</i><br><i>scheduled discard task</i>   |
| 2                             | A  | 1  | Y                             | N | N | Y | Y  |    |    |                       |    |    | Pengecekan<br><i>spur gear,</i><br><i>Predictive Maintenance,</i><br><i>PF :</i><br><i>Terdapat gigi yang rontok,</i><br><i>Ketebalan gigi &lt; 3mm</i> |
| 2                             | A  | 2  | Y                             | N | N | Y | N  | N  | Y  |                       |    |    | Penggantian<br><i>bushing,</i><br><i>scheduled discard task</i>   |

**Tabel 4. 12** *RCM Decision Worksheet Table Subsystem*

| RCM Decision Worksheet |    |    |                        |   |   |   |    |    |    |                |    |    |   |
|------------------------|----|----|------------------------|---|---|---|----|----|----|----------------|----|----|---|
| Information Reference  |    |    | Consequence Evaluation |   |   |   | H1 | H2 | H3 | Default Action |    |    | Proposed Task   |
|                        |    |    |                        |   |   |   | S1 | S2 | S3 |                |    |    |   |
|                        |    |    |                        |   |   |   | O1 | O2 | O3 |                |    |    |   |
| F                      | FF | FM | H                      | S | E | O | N1 | N2 | N3 | H4             | H5 | S4 |   |
| 1                      | A  | 1  | N                      | N | N | Y | Y  |    |    |                |    |    | Pengecekan rantai table, Predictive Maintenance, PF: Posisi pin bar saat menuju elevator tengah tidak lurus |
| 2                      | A  | 1  | N                      | N | N | Y | N  | N  | Y  |                |    |    | Penggantian pinion rack bar pusher, scheduled discard task  |
| 2                      | A  | 2  | N                      | N | N | Y | N  | N  | Y  |                |    |    | Penggantian gigi rack bar pusher, scheduled discard task  |
| 2                      | A  | 3  | N                      | N | N | Y | N  | N  | Y  |                |    |    | Penggantian spur gear rack bar pusher, scheduled discard task   |

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|
| 2 | A | 4 | N | N | N | Y | N | N | Y |  |  |  | Penggantian gigi as rack bar pusher, scheduled discard task    |
| 2 | A | 5 | Y | N | N | Y | N | N | Y |  |  |  | Penggantian bushing as rack bar pusher, scheduled discard task |

**Tabel 4. 13** *RCM Decision Worksheet Block Automatic Subsystem*

| RCM Decision Worksheet |    |    |                        |   |   |   |    |    |    |                |    |    |               |
|------------------------|----|----|------------------------|---|---|---|----|----|----|----------------|----|----|---------------|
| Information Reference  |    |    | Consequence Evaluation |   |   |   | H1 | H2 | H3 | Default Action |    |    | Proposed Task |
|                        |    |    |                        |   |   |   | S1 | S2 | S3 |                |    |    |               |
|                        |    |    |                        |   |   |   | O1 | O2 | O3 |                |    |    |               |
| F                      | FF | FM | H                      | S | E | O | N1 | N2 | N3 | H4             | H5 | S4 |               |

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|---|
| 1 | A | 1 | Y | N | N | Y | N | N | Y |   |   |  |  | Penggantian<br><i>worm gear</i> ,<br><i>scheduled</i><br><i>discard task</i> ,<br>Apabila<br>kegagalan<br>terjadi<br>sebelum<br><i>overhaul</i><br>tahunan,<br>maka perlu<br>dilakukan<br><i>redesign</i><br>pada<br>mekanisme<br><i>rack bar</i><br><i>pusher</i> ,<br>apabila<br>terjadi <i>pin</i><br><i>bar jamed</i><br>maka mesin<br>otomatis<br>shutdown<br>untuk<br>menghindari<br><i>gear jamed</i> ,<br><i>PF</i> ;<br><i>Ketebalan</i><br><i>gigi &lt; 3mm</i> |
| 1 | A | 2 | Y | N | N | Y | N | N | N | N | Y |  |  | <i>Resedign</i>   |
| 1 | A | 3 | Y | N | N | Y | N | N | Y |   |   |  |  | Penggantian<br><i>ceek</i><br><i>stripper</i> ,<br><i>scheduled</i><br><i>discard task</i>  |

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|---|
| 1 | A | 4 | Y | N | N | Y | N | N | Y |  |  |  | Penggantian bushing stripper, scheduled discard task          |
| 2 | A | 1 | Y | N | N | Y | N | N | Y |  |  |  | Penggantian seal, scheduled discard task                      |
| 2 | A | 2 | N | N | N | Y | Y |   |   |  |  |  | Bersihkan saluran yang tersumbat, scheduled on condition task |
| 2 | A | 3 | N | N | N | Y | Y |   |   |  |  |  | no scheduled maintenance, ganti saat rusak                    |
| 2 | A | 4 | N | N | N | Y | N | N | Y |  |  |  | Penggantian seal, scheduled discard task                      |

Tabel 4. 14RCM Decision Worksheet Greaser Subsystem

| RCM Decision Worksheet |    |    |                        |   |   |   |    |    |    |                |    |    |               |
|------------------------|----|----|------------------------|---|---|---|----|----|----|----------------|----|----|---------------|
| Information Reference  |    |    | Consequence Evaluation |   |   |   | H1 | H2 | H3 | Default Action |    |    | Proposed Task |
|                        |    |    |                        |   |   |   | S1 | S2 | S3 |                |    |    |               |
|                        |    |    |                        |   |   |   | O1 | O2 | O3 |                |    |    |               |
| F                      | FF | FM | H                      | S | E | O | N1 | N2 | N3 | H4             | H5 | S4 |               |



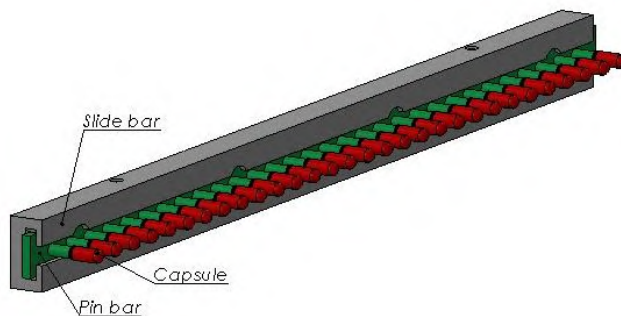
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|
| 1 | A | 1 | Y | N | N | Y | Y |   |   |  |  |  | Bersihkan larutan parafin dan lestisin, Predictive Maintenance, Apabila kegagalan terjadi sebelum overhoul bulanan, maka perlu dilakukan evaluasi terhadap bahan untuk mengolesi <i>pin bar</i> , <i>PF</i> :<br><i>Terjadi penumpukan larutan parafin dan lestisin pada splained shaft gear</i> |
| 1 | A | 2 | Y | N | N | Y | N | N | Y |  |  |  | Penggantian <i>spur gear</i> , <i>scheduled discard task</i>   |
| 1 | A | 3 | Y | N | N | Y | N | N | Y |  |  |  | Penggantian <i>bushing</i> , <i>scheduled discard task</i>   |
| 1 | A | 4 | N | N | N | Y | N | Y |   |  |  |  | Rekondisi <i>block greaser</i> , <i>scheduled restoration</i>  |

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  | <i>task</i>  |
| 1 | A | 5 | Y | N | N | Y | N | N | Y |  |  |  |  |  |  |  | Penggantian<br><i>bevel gear,</i><br><i>scheduled</i><br><i>discard task</i>   |
| 1 | A | 6 | Y | N | N | Y | N | N | Y |  |  |  |  |  |  |  | Penggantian<br><i>helical gear,</i><br><i>scheduled</i><br><i>discard task</i> |

## 4.6 Rekomendasi *Redesign*

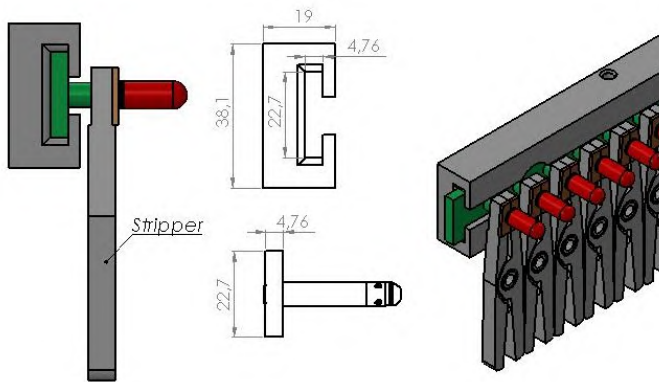
### 4.6.1 Slide Bar

*Slide bar* merupakan jalur *pin bar* yang ada pada *block automatic subsystem* sesuai gambar 4.13.



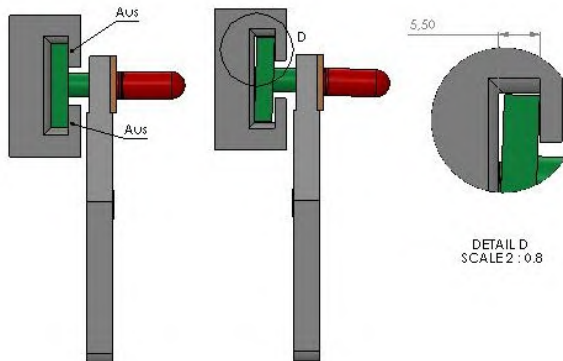
**Gambar 4. 13** *Slide Bar* dan *Pin Bar*

Pada *block automatic subsystem* proses pertama yang dilakukan adalah *stripping* yaitu proses pencabutan kapsul dari *pin bar* oleh *stripper* sesuai gambar 4.14



**Gambar 4. 14** Proses Stripping

*Slide bar* sering mengalami keausan akibat gesekan dengan *pin bar*. Keausan pada *slide bar* mengakibatkan posisi *pin bar* menjadi tidak tegak dan proses pencabutan kapsul menjadi tidak sempurna. Proses pencabutan kapsul yang tidak sempurna akan mengakibatkan cacat pada produk, kapsul akan sobek atau berlubang, bahkan apabila keausan sudah parah akan mengakibatkan *jamed pin bar* dengan *stripper* sesuai dengan gambar 4.15.

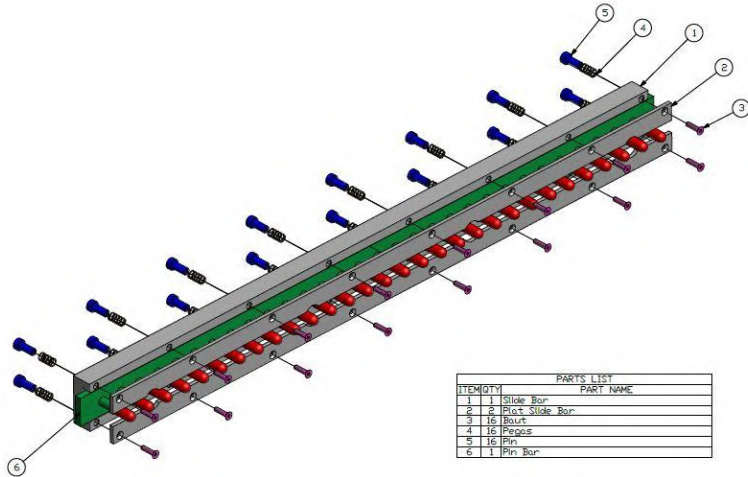


**Gambar 4. 15** Keausan Pada *Slide Bar*

Keausan *slide bar* yang ada pada *block automatic subsystem* termasuk dalam golongan *hidden failure consequences* karena keausan *slide bar* tidak dapat diketahui oleh operator dalam kondisi normal. Keausan *slide bar* dapat mengakibatkan timbulnya *multiple failure* yaitu kapsul dapat sobek atau apabila tingkat keausan sudah parah dapat mengakibatkan *jammed pin bar*. Laju keausan *slide bar* ditentukan oleh tingkat defleksi pada *pin bar*, semakin besar defleksi yang ada pada *pin bar* maka keausan akan semakin cepat terjadi. Perawatan pada *slide bar* tidak dapat menggunakan *predictive maintenance* karena letak *slide bar* yang berada di dalam mesin membuat tanda-tanda keausan sulit untuk dilihat oleh operator. Perawatan pada *slide bar* juga tidak dapat menggunakan *preventive maintenance* karena keausan pada *pin bar* itu sendiri tidak dapat di prediksi sehingga sulit untuk menentukan *failure pattern* dari *slide bar*. Apabila *slide bar* tersebut dibiarkan gagal ( *run to failure* ) berdasarkan data *downtime* tahun 2015 waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk mengganti *slide bar* adalah 4 jam. Hal ini akan menyebabkan mesin berhenti berproduksi dan mengakibatkan kerugian yang besar bagi perusahaan oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi terhadap desain *slide bar*.

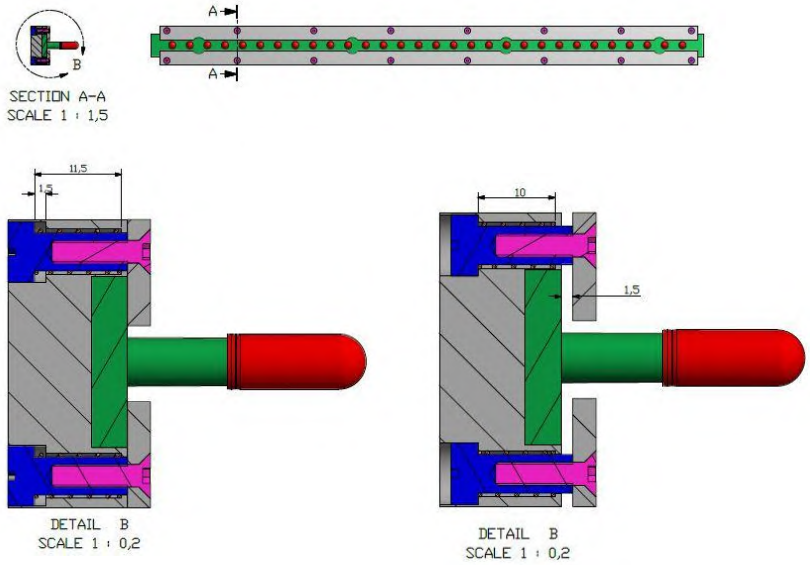
#### 4.6.2 Redesign Slide Bar

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan maka perlu dilakukan *redeisgn* terhadap *slide bar*. Gambar 4.16 merupakan desain baru dari *slide bar*. Untuk keseluruhan gambar detail tiap komponen disajikan pada lampiran.



**Gambar 4. 16** Desain *Slide Bar* Baru

*Slide bar* memiliki 5 komponen yaitu 1 buah *slide bar*, 2 buah plat *slide bar*, 16 buah baut, 16 buah pegas, dan 16 buah pin. Defleksi pada *pin bar* yang dizinkan untuk tetap beroperasi yaitu 1.5 mm oleh karena itu pada desain *slide bar* yang baru gerak plat *slide bar* dapat menyesuaikan defleksi pada *pin bar* maksimal 1.5 mm seperti yang di tampilkan dalam gambar 4.17. Desain *slide bar* yang baru menggunakan pegas yang berjumlah 16 buah. Pegas tersebut dapat menyesuaikan dengan tingkat keausan yang ada pada *pin bar*. Pegas akan mengatur gerak dari plat *slide bar*. Plat akan bergerak maju menyesuaikan tingkat defleksi pada *pin bar* sehingga plat tersebut tidak akan terus menekan dan menahan *pin bar* yang terdefleksi sehingga dapat menurunkan laju keausan pada plat *slide bar*. Desain baru *slide bar* ini dapat mengurangi *jammed pin bar* pada *block automatic subsystem* dan dapat menurunkan laju keausan pada *slide bar* sehingga dapat mengurangi *downtime* pada *hard capsule machine*.

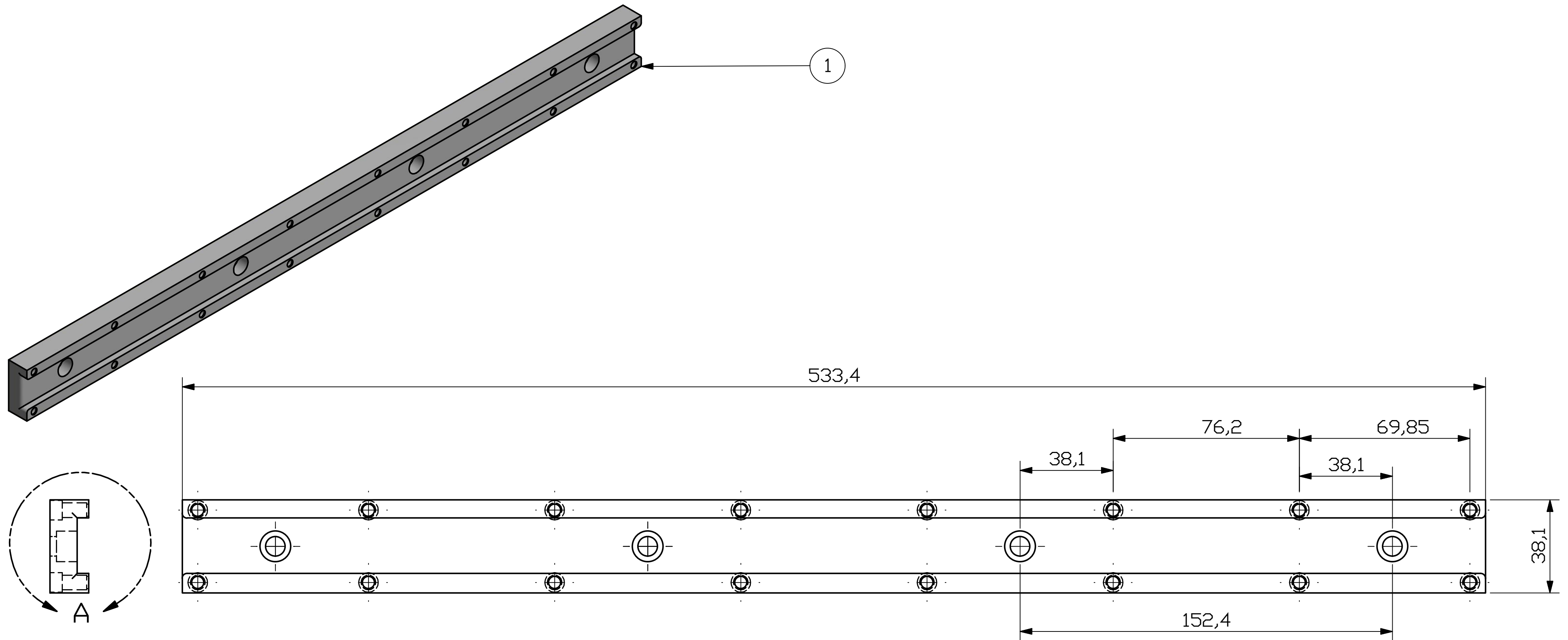


**Gambar 4. 17** Desain *Slide Bar* Baru


(Halaman ini sengaja dikosngkan)

## **LAMPIRAN**

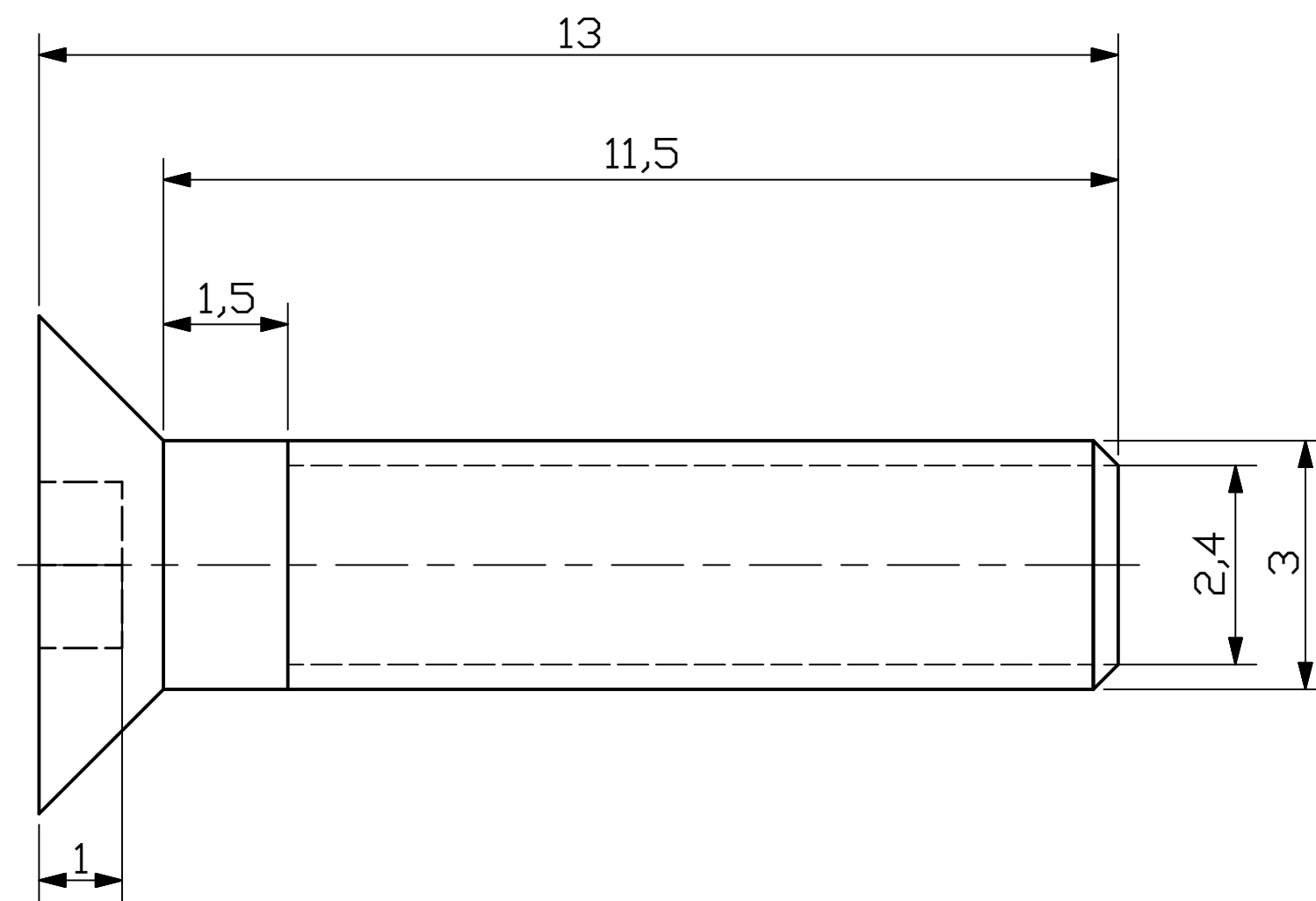
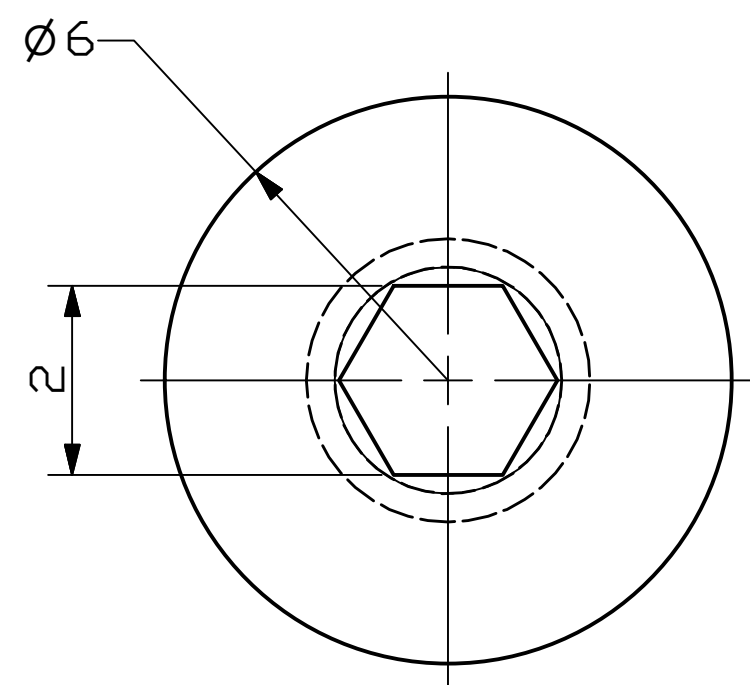
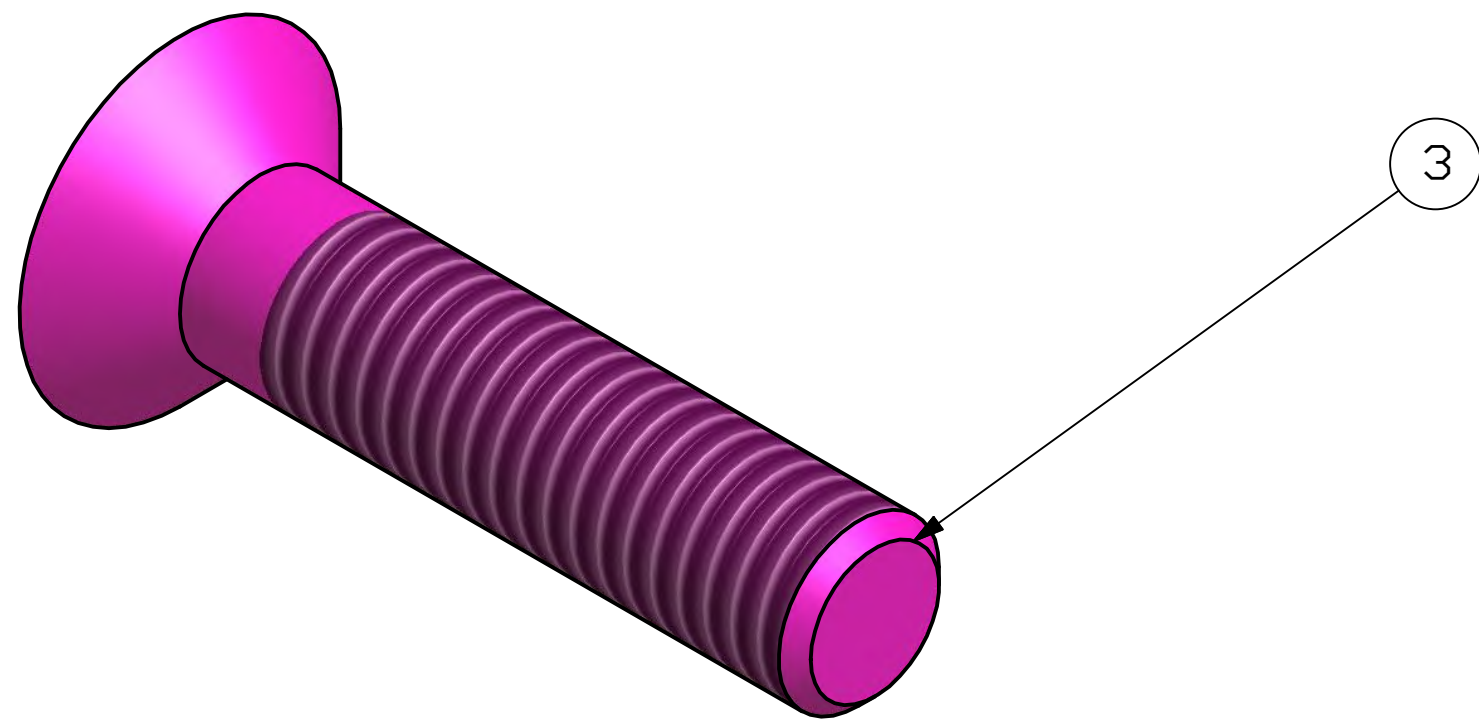




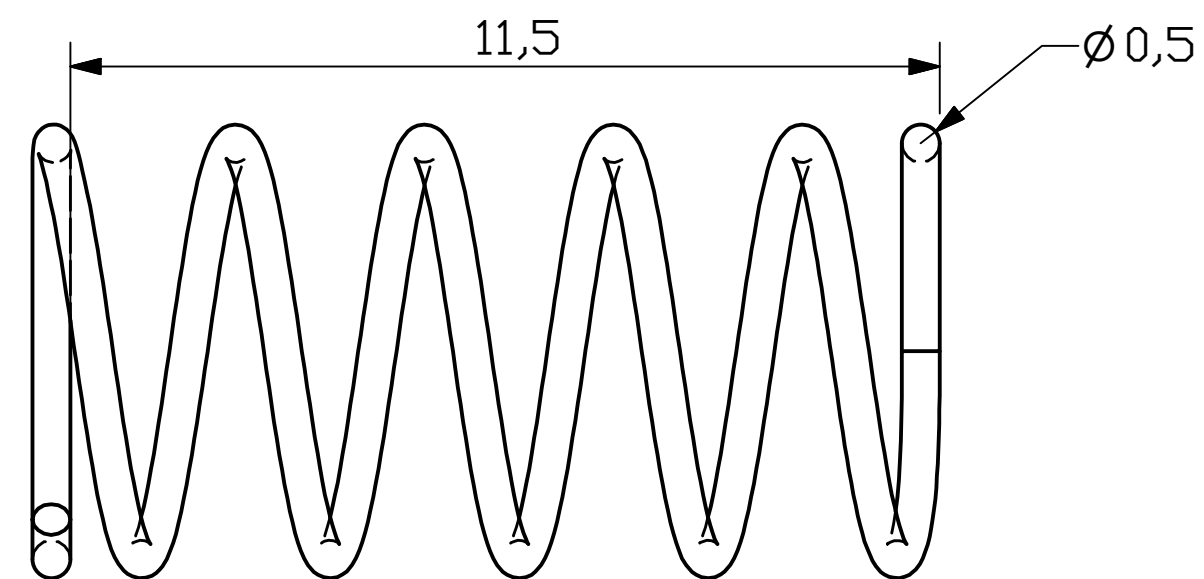
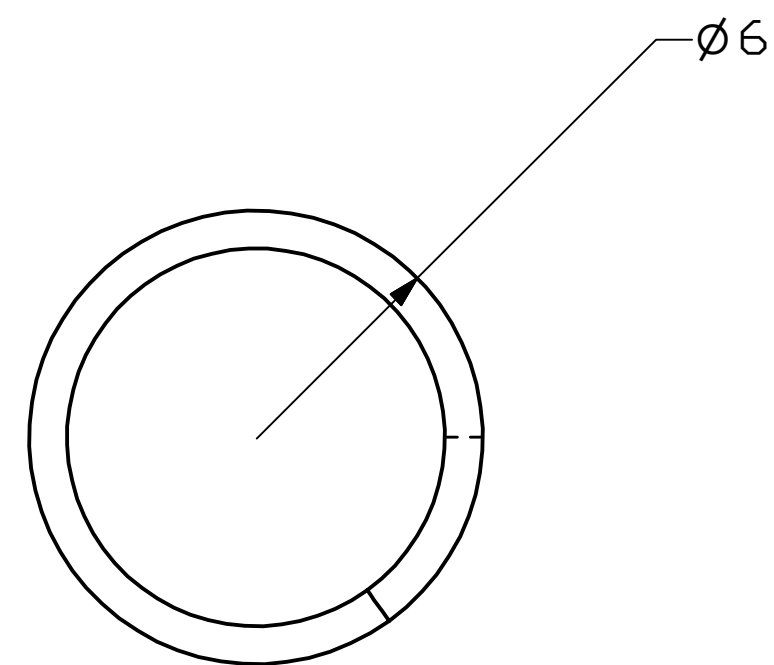
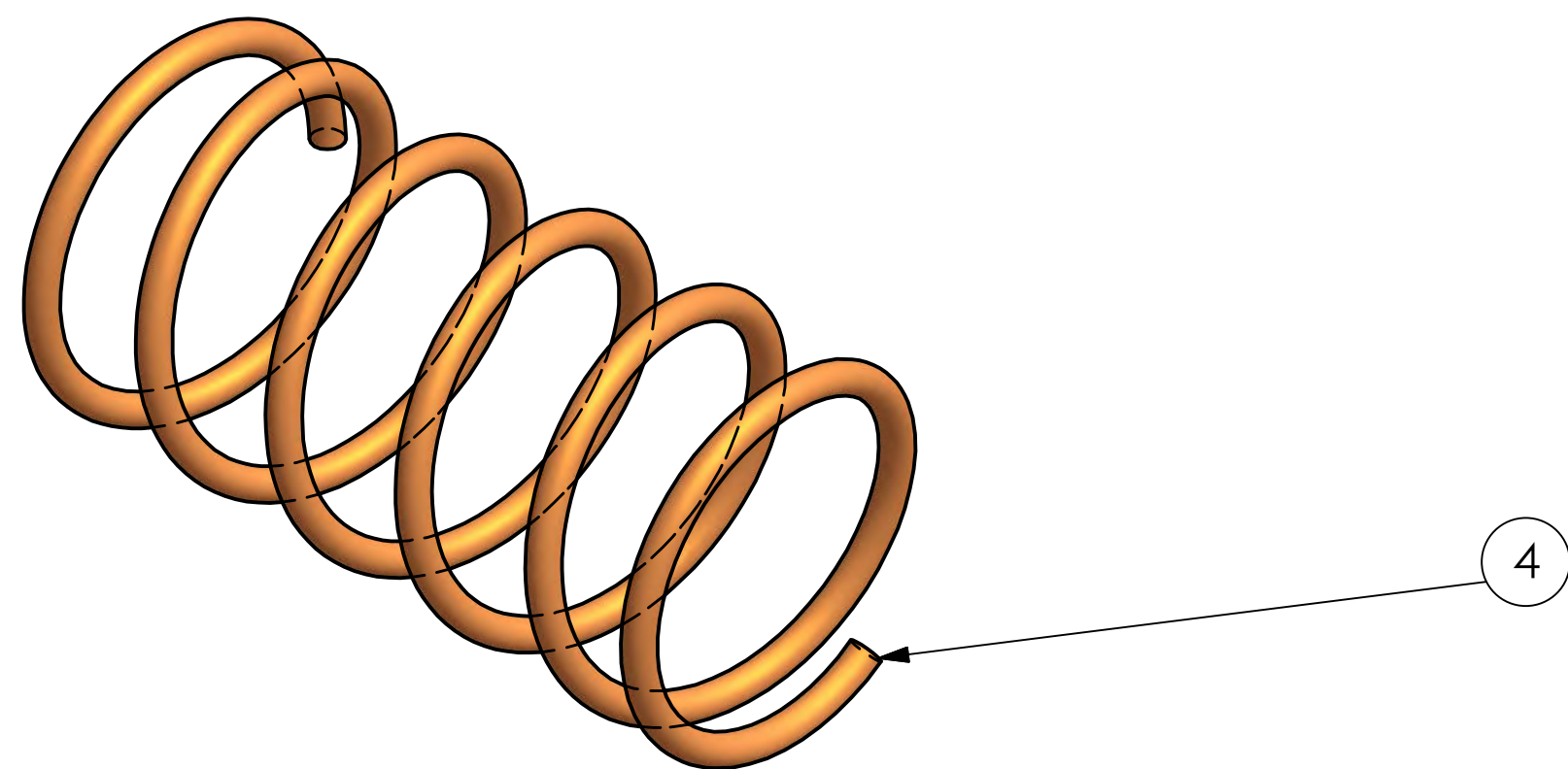
DETAIL A  
SCALE 1 : 0.4


| PARTS LIST                          |     |           |          |      |   |              |             |          |  |
|-------------------------------------|-----|-----------|----------|------|---|--------------|-------------|----------|--|
| ITEM                                | QTY | PART NAME |          |      |   |              | DESCRIPTION |          |  |
| 1                                   | 1   | Slide Bar |          |      |   |              |             |          |  |
| Format                              |     | Material  | Quantity | Unit | Date  | HRc :        |             |          |  |
| A4                                  |     |           | 1 part   | mm   | 01/07/2016  | Weight : N/A |             |          |  |
| Slide Bar                           |     |           |          |      | Scale   | Drawn        | Checked     | Approved |  |
|                                     |     |           |          |      | Projection<br> |              |             |          |  |
|                                     |     |           |          |      |   | Abyan        |             |          |  |
| Institut Teknologi Sepuluh Nopember |     |           |          |      |   |              |             |          |  |

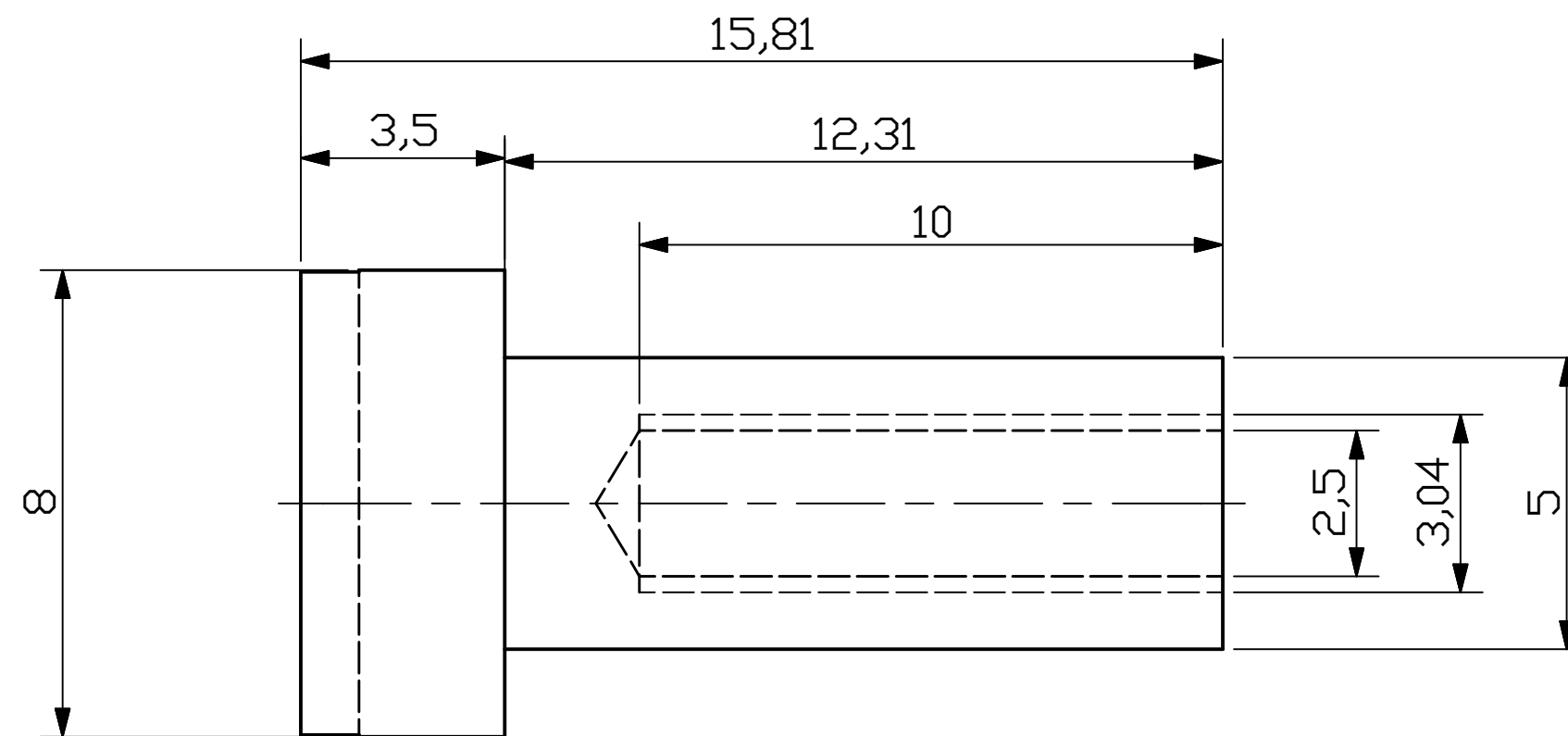
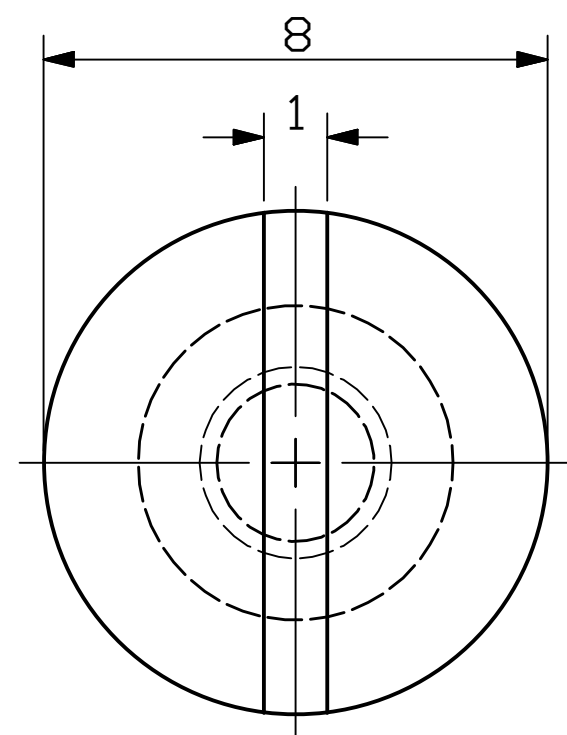
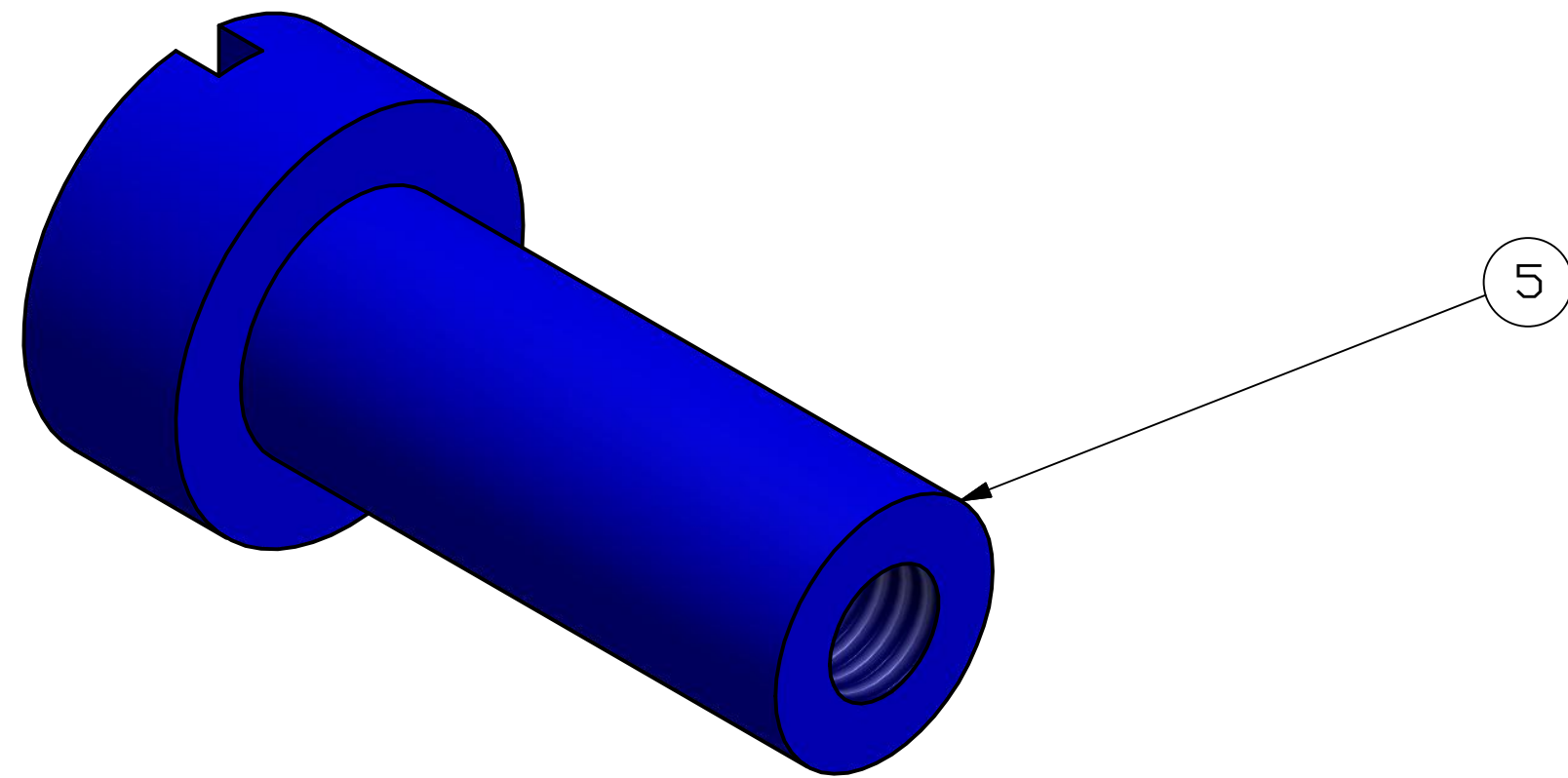




| PARTS LIST                          |     |           |          |      |            |                   |       |         |
|-------------------------------------|-----|-----------|----------|------|------------|-------------------|-------|---------|
| ITEM                                | QTY | PART NAME |          |      |            | DESCRIPTION       |       |         |
| 3                                   | 16  | Baut      |          |      |            |                   |       |         |
| Format                              |     | Material  | Quantity | Unit | Date       | HRc :             |       |         |
| A4                                  |     |           | 1 part   | mm   | 01/07/2016 | Weight : 0,000 kg |       |         |
| Baut                                |     |           |          |      |            | Scale             | Drawn | Checked |
|                                     |     |           |          |      |            | Projection        |       |         |
|                                     |     |           |          |      |            |                   | Abyan |         |
| Institut Teknologi Sepuluh Nopember |     |           |          |      |            |                   |       |         |



| PARTS LIST                          |     |           |          |      |   |              |         |          |
|-------------------------------------|-----|-----------|----------|------|---|--------------|---------|----------|
| ITEM                                | QTY | PART NAME |          |      |   | DESCRIPTION  |         |          |
| 4                                   | 16  | Pegas     |          |      |   |              |         |          |
| Format                              |     | Material  | Quantity | Unit | Date  | HRc :        |         |          |
| A4                                  |     |           | 1 part   | mm   | 01/07/2016  | Weight : N/A |         |          |
| Pegas                               |     |           |          |      | Scale   | Drawn        | Checked | Approved |
|                                     |     |           |          |      |  |              |         |          |
|                                     |     |           |          |      |   | Abyan        |         |          |
| Institut Teknologi Sepuluh Nopember |     |           |          |      |   |              |         |          |



| PARTS LIST                          |     |           |          |      |            |              |         |          |
|-------------------------------------|-----|-----------|----------|------|------------|--------------|---------|----------|
| ITEM                                | QTY | PART NAME |          |      |            | DESCRIPTION  |         |          |
| 5                                   | 16  | Pin       |          |      |            |              |         |          |
| Format                              |     | Material  | Quantity | Unit | Date       | HRc :        |         |          |
| A4                                  |     |           | 1 part   | mm   | 01/07/2016 | Weight : N/A |         |          |
| Pin                                 |     |           |          |      | Scale      | Drawn        | Checked | Approved |
|                                     |     |           |          |      | Projection |              |         |          |
|                                     |     |           |          |      |            | Abyan        |         |          |
| Institut Teknologi Sepuluh Nopember |     |           |          |      |            |              |         |          |

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian Tugas Akhir ini adalah :

Dalam sistem hard capsule machine terdapat 40 *failure mode* yang terjadi, 9 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled on condition task (predictive maintenance)*, 4 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled restoration task (preventive maintenance)*, 25 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled discard task (preventive maintenance)*, 1 *failure mode* dapat dicegah dengan *no scheduled maintenance*, dan 1 *failure mode* dapat dicegah dengan *redesign*. *Redesign* dilakukan pada komponen *slide bar* yang mengalami keausan. Keausan pada slide bar disebabkan karena *defleksi* yang terjadi pada *pin bar*. Defleksi yang diizinkan oleh perusahaan untuk tetap beroperasi pada *pin bar* yaitu maksimal 1.5 mm oleh karena itu pada desain *slide bar* yang baru dapat mentoleransi defleksi yang terjadi pada *pin bar* maksimal 1.5 mm. Pegas akan mengatur gerak dari plat *slide bar* untuk mengurangi gesekan dengan *pin bar* sehingga dapat mengurangi laju keausan pada *slide bar* dan secara tidak langsung dapat mengurangi *downtime* pada *hard capsule machine*.

#### **5.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan pada penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Sistem perawatan yang dilakukan oleh perusahaan belum menggunakan teori perawatan seperti RCM untuk mencegah *failure mode* yang terjadi sehingga sulit untuk mendefinisikan kerusakan yang terjadi pada hard capsule machine. Oleh karena itu sebaiknya digunakan sistem

perawatan yang baik agar dapat dengan mudah mendefinisikan dan mencegah kerusakan yang terjadi.

2. Dilakukan perbaikan sistem mengenai data *history* waktu perbaikan dan penggantian komponen sehingga dapat mempermudah dalam menentukan umur komponen.
3. Dilakukan penjadwalan pengecekan berkala terhadap *pin bar* sehingga dapat meminimalisir *pin bar jamed* pada *hard capsule machine* akibat *pin bar* yang sudah tidak memenuhi standar kelayakan yang telah ditetapkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- 1] S. A. Widyaningsih, Perancangan Penjadwalan Pemeliharaan pada Mesin Produksi Bahan Bangunan untuk Meningkatkan Keandalan Mesin dengan Metode Reliability Centered Maintenance, Depok: Universitas Indonesia, 2011.
  
- 2] R. M. Barai, A. D. Kadam, A. V. Harde and P. S. Barve, "Reliability Centered Maintenance Methodology for Goliath Crane of Transmission Tower," *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*, vol. 3, no. 1, pp. 20-27, 2012.
  
- 3] A. Winandi, Reliability Centered Maintenance pada Pompa, Depok: Universitas Indonesia, 2012.
  
- 4] F. A. Sutanto, Implementasi Teknik Keandalan untuk Mengoptimalkan Interval Perawatan dan Jadwal Penggantian Komponen Kritis Mesin Panel Welding, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2012.
  
- 5] J. Moubray, Reliability Centered Maintenance 2nd Edition, New York: Industrial Press Inc, 1997.
  
- 6] A. N. Aufar, K. and H. Prassetiyo, "Usulan Kebijakan Perawatan Area Produksi Trim Chassis dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance," *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*



, vol. 02, 2014.

[7] Mariam Melina, Panduan Produksi Kapsul, Bogor: Kapsulindo Nusantara, 1998

[8] Izdan, Hard Capsule Machine R&J Engineering, Bogor: Kapsulindo Nusantara, 2008

## TENTANG PENULIS



Penulis yang memiliki nama lengkap **Abyan Dzaki Kurniawan**, dilahirkan pada tanggal 18 Februari 1993 di Bogor. Merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Eko Arianto dan Ibu Patricia Budiyaniti. Penulis mengenyam pendidikan di SD Karya Mukti, kemudian melanjutkan sekolah ke SMP Puspanegara. Setelah tamat SMP, penulis melanjutkan ke jenjang pendidikan di SMA Negeri 3 Bogor Setelah dinyatakan lulus dari SMA pada tahun 2011, penulis melanjutkan pendidikan di salah satu Perguruan Tinggi terbaik di Indonesia tepatnya pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan memperoleh gelar Sarjana pada bulan September 2016. Ketika kuliah, penulis mengambil bidang studi Sistem Manufaktur dengan Tugas Akhir spesifik pada bidang RCM. Semasa kuliah, penulis memiliki pengalaman kerja praktek di PT Dirgantara Indonesia sebelum akhirnya melakukan penelitian tugas akhir di PT. Kapsulindo Nusantara. Penulis aktif dalam berbagai kegiatan perkuliahan dan organisasi kemahasiswaan. Organisasi kemahasiswaan yang pernah diikutinya yakni Mesin ITS Autosport Club. Penulis juga pernah mendapat amanah untuk menjadi *Project Leader Dough Box Project* Rekayasa Teknik Mandiri pada tahun 2014. Penulis dapat dihubungi melalui email berikut : [abyandakik@gmail.com](mailto:abyandakik@gmail.com)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)